

《LNG 冷能梯级利用导则》国家标准化指导性技术文件（征求意见稿）编制说明

2026年3月

一、工作简况

1.1 任务来源

在“双碳”战略推动下，我国液化天然气（LNG）产业快速发展，LNG接收站、液化厂在气化过程中释放的大量冷能资源亟待高效利用，冷能梯次利用成为提升能源利用效率、推动产业绿色低碳发展的重要方向。为规范 LNG 冷能梯次利用的技术要求和实施流程，填补国内该领域国家标准空白，推动行业标准化、规范化发展，2025 年 8 月 20 日，全国能源系统标准化技术委员会立项了《LNG 冷能梯级利用导则》，计划号：20254312-Z-469。计划报批时间为 2026 年 8 月 20 日，起草单位为：江苏滨海港经济开发区、中国标准化研究院等。

1.2 制定背景

我国是 LNG 进口和消费大国，全国已建成投运多座 LNG 接收站，年处理 LNG 能力超亿吨，气化过程中每吨 LNG 可释放约 830MJ 的冷能，若直接排放不仅造成巨大能源浪费，还可能对海洋生态等造成不利影响。当前我国 LNG 冷能利用已在空分、养殖、冻干、发电、冷链物流等领域实现产业化应用，如青岛 LNG 接收站冷能养殖日节电 194 千瓦时、减排二氧化碳 82 公斤，盐城绿能港冷能冻干项目年节电约 1 亿度。但行业发展仍存在冷能分类无统一标准、梯级利用流程不规范、方案评估体系缺失、不同场景技术应用无统一指引等问题，各地各项目利用水平参差不齐，冷能利用率普遍偏低，制约了 LNG 冷能资源的

规模化、高效化利用。

同时，国际上尚未形成 LNG 冷能梯级利用的通用标准，我国虽发布了 LNG 冷能空分、冷能发电等单项设备或工艺的行业标准，但缺乏覆盖全流程、全场景的梯级利用导则。在此背景下，制定《LNG 冷能梯级利用导则》国家标准，明确冷能分类、利用原则、规划方法和实施步骤，建立节能降碳效益评估体系，对规范行业发展、提升冷能利用效率、推动 LNG 产业绿色低碳转型具有重要的必要性和紧迫性。

1.3 起草过程

2025 年 8 月 20 日，全国能量系统标准化技术委员会立项了《LNG 冷能梯级利用导则》，计划号：20254312-Z-469。

2025 年 9 月-12 月，全国能量系统标准化技术委员会组建了标准起草组，组织编写了标准草案。

2026 年 4 月，标准起草组形成了标准征求意见稿，并通过国家标准信息公共服务平台、中国标准化研究院网站和微信公众号等平台，对本指导性技术文件公开征求意见。

1.4 协作单位

本文件起草单位：江苏滨海港经济开发区管理委员会、中国标准化研究院、滨海城发投资控股集团有限公司。

本文件主要起草人：陈炜、王许志、王欢、蒯晓山、杨洁、刘思伟、周鲁立、张嘉航。

起草单位任务分配如下：

江苏滨海港经济开发区管理委员会、中国标准化研究院负责标准的起草工作，滨海城发投资控股集团有限公司负责比对试验验证工作，滨海城发投资控股集团有限公司、中国标准化研究院负责提出修改意见、测试数据，并参与讨论修改。

起草人任务分配如下：

标准起草和管理协调：陈炜、王许志、王欢。

试验验证、资料收集与整理、提出意见和建议：蒯晓山、杨洁、刘思伟、周鲁立、张嘉航。

二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据，修订国家标准时，还包括修订前后技术内容的对比

2.1 标准编制原则

本指导性技术文件按照 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》的要求和规定进行编写。保证标准文本的规范性、逻辑性和严谨性。

立足行业实际，兼顾科学性和实用性。标准内容基于我国 LNG 冷能利用的产业化应用实践，吸收盐城等多地典型项目的技术经验和试验数据，同时结合行业技术发展趋势，确保标准既符合当前行业发展实际，又具有一定的前瞻性和指导性。

统筹全流程规范，突出梯次利用核心。标准覆盖 LNG 冷能从分类、规划、实施到效益评估的全流程，以“温度对口、梯级利用”为核心，

明确各环节的技术要求和操作规范，实现冷能资源的高效综合利用。

与现有标准协调衔接，形成体系化支撑。标准编制过程中充分参考了 LNG 生产储存、低温绝热、节能量测量、温室气体减排评估等领域的现行国家标准和行业标准，确保与相关标准协调一致，形成覆盖 LNG 冷能利用全产业链的标准体系。

兼顾环保与经济，实现双重效益。标准在制定过程中注重冷能利用的环保性能和经济可行性，既明确节能降碳的核心要求，又考虑项目投资、运行成本等经济因素，推动行业实现环境效益和经济效益双赢。

2.2 标准主要内容及其确定依据

本指导性技术文件共分为 7 章，另设 1 个资料性附录，核心内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、LNG 冷能分类、梯级利用基本原则与规划方法、梯级利用主要步骤、项目节能降碳效益评估，附录为典型冷能梯级利用场景，各部分内容确定依据如下：

(1) 范围：规定本文件适用于 LNG 接收站、液化厂等场所的冷能资源利用，其他相关领域可参照执行。确定依据为我国 LNG 冷能资源主要集中在接收站和液化厂，也是当前冷能利用的主要应用场景，同时兼顾其他领域的参考需求，提升标准的适用范围。

(2) 规范性引用文件：列出了 GB/T 18443、GB/T 20368、GB/T 28750 等 5 项现行国家标准，均为 LNG 冷能梯级利用过程中涉及低温绝热、生产储存、节能量测量、温室气体减排评估等环节的核心依据文件，

确保标准相关技术要求有明确的现行标准支撑。

(3) 术语和定义：界定了 LNG 冷能、冷能梯级利用、冷能品位、冷能载体、冷能利用率 5 个核心术语。确定依据为当前行业内对相关术语的表述不统一，易造成理解偏差，基于行业技术共识和实际应用场景，明确术语的定义，为标准后续内容的实施奠定基础。

(4) LNG 冷能分类：从冷能品位和载体状态两个维度对 LNG 冷能进行分类，其中按品位分为高 ($\leq -120^{\circ}\text{C}$)、中 ($-120^{\circ}\text{C} \sim -60^{\circ}\text{C}$)、低 ($> -60^{\circ}\text{C}$) 三个等级，按载体状态分为液体、气体、混合态载体冷能。确定依据为试验验证结果和行业应用实践，不同温度范围的冷能适配不同的应用场景，如高品位冷能适用于空分、低温发电，中品位适用于冻干、工业制冷，低品位适用于养殖、冷链物流，按品位分类是实现梯级利用的核心基础；按载体状态分类则结合 LNG 气化过程的物理特性，符合现场实际操作需求。

(5) 梯级利用基本原则与规划方法：明确量冷度需、冷尽其用，温度对口、梯级利用，系统优化、经济合理三大基本原则，同时将冷能利用方法分为回用、替代、提质、转换四类并明确优先排序。确定依据为我国 LNG 冷能利用的项目实践，三大原则是提升冷能利用率、实现高效利用的核心准则；回用、替代、提质、转换的分类和排序基于能源利用效率从高到低的原则，符合“能回不用、能替不转”的行业技术共识，如盐城绿能港用冷能替代传统电能进行冻干生产，均验证了该规划方法的可行性。

(6) 梯级利用主要步骤：规定了确定系统边界、冷能资源和冷

用户需求现状调查、冷能梯级利用方案确定、方案实施、冷能利用绩效后评估五大步骤，并明确各步骤的具体技术要求。

(7)项目节能降碳效益评估：明确分别按照 GB/T 28750 和 GB/T 33760-2017 开展节能效益和降碳效益评估。确定依据为现行国家标准对节能量和温室气体减排量评估的统一要求，保证效益评估结果的规范性、可比性和权威性，同时契合“双碳”战略下行业对节能降碳的核心需求。

(8)附录 A(资料性)典型 LNG 冷能梯级利用场景：介绍了高、中、低品位冷能对应的各类典型应用场景。确定依据为场景划分遵循温度对口、梯级匹配原则，覆盖空分、发电、制冷、养殖等主流应用领域，作为资料性附录为标准使用者提供场景应用参考，提升标准的指导性与工程实用性。

(9)附录 B(资料性)LNG 冷能梯级利用典型案例：介绍了 LNG 冷能应用的三个典型案例：LNG 冷能空分、LNG 食品冻干、LNG 数据中心制冷，分别对应高、中、低三种品味的冷能应用。作为资料性附录为标准使用者提供 LNG 冷能应用主要工艺流程作为参考，提升标准的指导性与工程实用性。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

我国 LNG 冷能利用技术已从单一工艺向多场景综合利用发展，空分、发电、养殖、冻干、冷链物流等领域均实现产业化应用，其中冷

能空分技术达到国际领先水平，与同规模常规空分技术相比运行能耗降低 50%以上；冷能发电技术通过与燃气电厂、智算中心耦合，破解了北方地区冬季利用难题。但技术发展仍存在区域不均衡、高品位冷能利用技术有待突破、低品位冷能利用场景有待拓展等问题。

我国 LNG 冷能利用产业正处于快速发展阶段，依托沿海 LNG 接收站，已形成盐城、青岛、营口等多个冷能利用产业基地，培育了冷能空分、冻干、养殖等一批特色产业。但产业整体仍处于初级阶段，冷能利用率普遍偏低，多数接收站冷能利用率不足 30%，且产业链上下游协同不足，设备制造、工程设计、运营管理等环节尚未形成一体化体系。

我国已发布《液化天然气冷能空气分离设备》（JB/T 15153-2025）、《液化天然气冷能空分装置运行规范》（SY/T 7805-2024）、《液化天然气冷能空气分离设备》（JB/T 15153-2025）等行业标准，覆盖冷能利用的单项设备和工艺，但缺乏覆盖全流程、全场景的 LNG 冷能梯级利用导则，行业内无统一的冷能分类、规划方法和效益评估体系，成为制约产业规模化发展的重要因素。

国际发展趋势：国际上 LNG 冷能利用以日本、韩国等 LNG 消费大国为代表，主要应用于空分、发电等领域，尚未形成统一的国际标准，各国均基于自身产业特点制定相关技术规范。随着全球“双碳”目标的推进，LNG 冷能梯级利用、多场景综合利用成为国际发展趋势，高效、低碳、一体化成为冷能利用技术的核心发展方向。

调研结果表明，我国亟需制定一部覆盖全流程的《LNG 冷能梯级

利用导则》国家标准，规范行业发展，推动技术升级，提升冷能利用效率，助力 LNG 产业绿色低碳转型。

本指导性技术文件的制定，填补了国内 LNG 冷能梯级利用技术标准的空白，实现了从冷能资源评估、品位分级到设备选型、场景适配再到能效评价之间统一的技术规范与实施要求。直接技术经济效益是能够通过标准化的梯级利用方案优化冷能调度分配、提升冷能综合利用率，并通过明确设备适配标准减少非计划停机与运维成本，同时降低空分、制冷等关联工艺的能耗支出。

间接技术经济效益则是通过建立统一的冷能利用技术规范，协助各级能源监管平台进行实时监控与能效监管，极大降低冷能浪费与生态冷污染风险；同时能够为 LNG 接收站冷能项目布局规划、节能补贴政策精准投放、冷能利用技术路线评估提供量化依据，避免资源错配，提高财政资金使用效率；最后则是能够推动低温装备、冷能输送管网等配套产业协同发展，助力构建多元化冷能利用产业生态，加速冷能资源化、规模化利用进程。

3.4 预期效益

(1) 经济效益

LNG 冷能是双碳目标下天然气产业高价值副产资源，其制约产业规模化发展的核心因素之一是冷能利用率低，工业用冷成本取决于冷

能回收效率、工艺匹配程度及系统运维成本。本指导性技术文件的制定可以有效规范冷能品位分级、梯级匹配与场景适配流程，构建冷能高效利用体系，从而在 LNG 接收站及冷能利用项目规划时，协助各级政府、运营单位进行科学决策，降低工艺选型与建设错配率。同时，通过统一设备适配与能效管控要求，可实现系统优化运行，有效降低冷能利用核心设备停机时间和维修成本。从以上两个方面直接或间接降低冷能利用项目的运营成本，最终降低工业空分、制冷、发电等环节用能成本，进而带动冷能利用产业链的成本优化，为 LNG 运营、冷能利用企业等创造持续经济收益。

（2）社会效益

本指导性技术文件的制定与实施是落实《“十四五”现代能源体系规划》《2024—2025 年节能降碳行动方案》等文件中对于 LNG 冷能高效回收、节能降碳的要求，能够有效推进天然气产业绿色、高效、可持续发展。此外，统一的冷能梯级利用技术导则是我国构建 LNG 冷能利用评价与监管体系的前提，可以在项目运行时精准核算能效指标，从而提升行业整体规范化利用水平。此外，本指导性技术文件的制定可以协助各级政府对冷能利用项目数据进行有效收集，使产业规划、节能补贴政策（如冷能综合利用示范项目补贴）有据可依，避免造成行业资源浪费，确保公共财政资金落在实处。

（3）生态效益

统一并规范 LNG 冷能梯级利用的生态效益在于为深冷资源高效利用提供精准指导和全流程管控。通过规范冷能梯级利用的温度匹配、

工艺路径及能效要求，能够精确核算冷能回收量与碳减排量，为核算节能降碳效益提供数据基础。同时，通过规范这一技术应用过程，能够间接提升冷能系统的高效运行水平，从而提升冷能利用环节的效率，乃至加速冷能梯级利用技术替代传统高耗电制冷工艺的进程。最终，这一过程将有效降低碳排放和能源浪费，减少传统制冷工艺带来的环境影响，推动能源结构向绿色高效转型。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

国际标准化组织 ISO/TC193（天然气技术委员会）已发布 LNG 产业链相关国际标准 13 余项，涵盖 LNG 储存、运输、气化、设备安全等领域，核心围绕 LNG 介质特性、低温设备通用要求、安全防护等制定规范，例如涉及 LNG 储罐、管道的绝热设计、低温材料选型等技术要求。目前 ISO 体系中无专门针对“冷能梯级利用”的专项标准，相关内容仅在部分标准中零星涉及低温能量回收的原则性表述，未明确冷能品位分级方法、梯级匹配逻辑及多场景协同利用要求。与本指导性技术文件相比，ISO 相关标准更侧重单一设备的安全与性能要求，缺乏对冷能梯级利用全流程的系统性规范。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

本指导性技术文件不涉及采标。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本指导性技术文件与现行法律、法规及相关标准协调一致。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本指导性技术文件遵循了各方参与原则，制定时充分吸收了相关领域专家的意见和建议，无重大分歧。

八、涉及专利的有关说明

本指导性技术文件不涉及专利。

九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本指导性技术文件建议自发布起3个月实施，标准实施后，XXX等单位依据本指导性技术文件XXXX，及时组织人员培训，按照本指导性技术文件提出的技术性能要求贯彻落实，严格认真遵守本指导性技术文件规定。

十、其他应当说明的事项。

如果，请详细说明，例如：延期、标准名称变更等情况。

十一、其他应当说明的事项。

本指导性技术文件不含影响公平竞争的有关内容。本指导性技术文件不适用《公平竞争审查条例》第十二条的规定。

本指导性技术文件不限制或者变相限制市场准入和退出。不含有对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等违法设置审批程序的内容。不含有限定经营、购买或者使用特定经营者提供的商品或者服务（以下统称商品）。没有设置不合理或者歧视性的准入、退出条件的内容。不含有其他限制或者变相限制市场准入和退出的内容。

本指导性技术文件不限制或者变相限制商品要素自由流动。不含有限制外地或者进口商品、要素进入本地市场，或者阻碍本地经营者迁出，商品、要素输出的内容。不含有排斥、限制、强制或者变相强制外地经营者在本地投资经营或者设立分支机构的内容。不含有其他限制商品、要素自由流动的内容。

本指导性技术文件不影响经营者生产经营成本。不含有给予特定经营者选择性、差异化的财政奖励或者补贴的内容。不含有其他影响生产经营成本的内容。

本指导性技术文件不影响经营者生产经营行为。不含有强制或者变相强制经营者实施垄断行为，或者为经营者实施垄断行为提供便利条件的内容。不含有其他影响生产经营行为的内容。

标准起草组

XXX年XX月