

# 团体标准

T/SHJNXH0018—2025

## 液化天然气冷能发电系统 运行维护技术规程

Operation and Maintenance Specification for LNG Cold Power Generation System

2025-04-28 发布

2025-04-29 实施

# 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 一般要求 .....	2
4.1 基本要求 .....	2
4.2 人员职责 .....	3
4.3 安全防护 .....	3
5 系统启停 .....	3
5.1 启动 .....	3
5.2 停运 .....	4
6 系统运行 .....	6
6.1 日常巡检 .....	6
6.2 工艺系统运行监控 .....	6
6.3 电气系统运行监控 .....	6
6.4 系统运行控制及调整 .....	6
7 系统维护 .....	7
7.1 基本要求 .....	7
7.2 设备日常巡检 .....	7
7.3 透平机维护 .....	7
7.4 循环工质泵维护 .....	8
附录 A .....	10
附录 B .....	11
附录 C .....	12
附录 D .....	13
附录 E .....	16
附录 F .....	17

## 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这些专利的责任。

本文件由上海市液化天然气有限责任公司提出。

本文件由上海市节能协会归口。

本文件起草单位：上海液化天然气有限责任公司、上海能源建设工程设计研究有限公司、上海阿波罗机械股份有限公司、上海交通大学、上海市能效中心。

本文件主要起草人：王振宇、严艺敏、钟君儿、孙永康、张红斌、金罕、张晋玮、刘雪平、陆金琪、姚学良、林文胜、秦宏波、吴柳凤、张兵、周炯、钱锋、邵良、袁杨。

本文件承诺执行单位：上海液化天然气有限责任公司、上海能源建设工程设计研究有限公司、上海阿波罗机械股份有限公司、上海交通大学、上海市能效中心。

本文件属于首次发布。

# 液化天然气冷能发电系统运行维护技术规程

## 1 范围

本文件规定了液化天然气（Liquefied Natural Gas（LNG））冷能发电系统运行维护的系统启停、运行监控、定期维护等要求。

本文件适用于以 LNG 为冷源、常温流体或热流体为热源，采用低温朗肯循环系统，循环工质为烃类或其衍生物的 LNG 冷能发电系统的运行维护。

## 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。

SY/T 6928 液化天然气接收站运行规程

DL/T 1164 汽轮发电机运行导则

T/SHJNXH0017-2025 液化天然气冷能发电系统调试导则

## 3 术语和定义

### 3.1

#### **LNG 冷能发电系统 LNG cold power generation（CPG）**

以 LNG 为冷源、常温流体或热流体为热源，以烃类或其衍生物为循环工质，采用低温朗肯循环，通过透平机将热能转化为机械能，再通过发电机转化为电能输出的系统。案例项目 LNG 冷能发电系统示意图详见附录 A。

### 3.2

#### **中间介质气化器 intermediate fluid vaporizer（IFV）**

IFV 是利用一种中间介质蒸发冷凝的相变过程，将外界热源的热量传递给液化天然气，使其气化外输的组合型管壳式气化器。

案例项目中该气化器由三个换热器组成：

- a) 蒸发器：热源和循环工质进行换热；
- b) 冷凝器：循环工质和 LNG 进行换热；
- c) 过热器：用热源对 LNG 气化后的天然气（NG）加热。

案例项目中的 LNG 和循环工质组分详见附录 B。

### 3.3

### **循环工质泵 working medium pump**

在有机朗肯循环系统中，将液态循环工质加压至蒸发器，使其在蒸发器中吸收热量并转化为蒸汽，进而推动透平机做功的一种泵。

### **3.4**

#### **机组控制系统 unit control panel (UCP)**

UCP 是集成了控制逻辑、人机交互和通信接口的一体化操作平台。案例项目中是指对透平机及其润滑、轴密封和控制油系统和辅助设备系统进行监测、控制和保护的系统。

### **3.5**

#### **发电机控制系统 generator control panel (GCP)**

GCP 是一种集成化的监控与自动化装置，用于实时监测和控制发电机组的运行状态，确保其安全、稳定、高效地输出电能。

### **3.6**

#### **旁路模式 bypass mode**

LNG 冷能发电系统仅进行气化外输，来自蒸发器的循环工质蒸汽直接进入冷凝器被 LNG 冷凝，冷凝器的液态循环工质依靠重力直接回到蒸发器，透平发电机组不运行。

### **3.7**

#### **发电模式 generation mode**

蒸发器中的液态循环工质被加热为蒸汽后，进入透平机膨胀并驱动发电机发电，从透平机出来的减压后的蒸汽进入冷凝器并被 LNG 冷凝，之后冷凝的液态循环工质由循环工质泵升压再次输送到蒸发器，LNG 冷能发电系统的气化设备和发电设备同时运行。

### **3.8**

#### **模式切换 operation mode switching**

LNG 冷能发电系统从旁路模式转为发电模式或发电模式转为旁路模式的切换过程。

## **4 一般要求**

### **4.1 基本要求**

**4.1.1** 应制定并执行与现场设施、设备相适应的运行规程、维护手册及管理制度。运行规程、维护手册应包含透平机（附录 A 中 e）、IFV、循环工质泵（附录 A 中 d）等主要设备的负荷特性曲线及主要参数，主要参数详见附录 C。

**4.1.2** 应制定并执行安全生产管理制度。

**4.1.3** 各设备运行与维护应满足设备制造厂商的要求。

4.1.4 由专业人员进行运行与维护，专业人员应经培训，持证上岗。

4.1.5 各设备运行与维护应做好记录。

## 4.2 人员职责

### 4.2.1 运行人员

4.2.1.1 按预定的运行计划进行系统启停。

4.2.1.2 运行人员应认真完成交接工作，对当天运行情况进行记录、总结并汇报给相关管理人员。

4.2.1.3 管理人员应对系统运行数据进行分析，及时调整运行策略，安排好次日运行工作。

### 4.2.2 维护人员

4.2.2.1 管理人员根据设备情况和维护计划应制定相应的工作程序。该程序应至少规定维护目标、责任人、应用的安全预防措施、所需工具和检查/维护方法。

4.2.2.2 维护人员应按维护计划进行维护并做好记录。

## 4.3 安全防护

4.3.1 安全防护要求应遵守 SY/T 6928 标准要求。

4.3.2 防止人身伤害和设备损坏的紧急保护功能应完好。

4.3.3 场区范围内不应存储与系统无关的易燃易爆危险品。

4.3.4 入场区应穿戴必要的个人防护设备，如防护手套、工作服装、安全帽、安全鞋、防护眼镜、防噪音耳塞等。

4.3.5 入场区应携带和使用安全检测仪器，在作业过程中进行连续监测。

## 5 系统启停

### 5.1 启动

#### 5.1.1 启动条件

5.1.1.1 系统启动前应完成初始检查，确认具备启动条件。

5.1.1.2 系统启动时应满足设备制造厂家启动要求。

5.1.1.3 系统须先从旁路模式启动，再由旁路模式转为发电模式。

5.1.1.4 系统旁路模式和发电模式切换宜预设自动启停控制程序。

5.1.1.5 系统大修后首次启动应遵守《液化天然气冷能发电系统调试导则》要求。

5.1.1.6 系统启动后，应密切监控，如有异常，应及时调整。

#### 5.1.2 旁路模式启动

旁路模式启动时应进行以下操作：

a) 完成初始检查，满足启动条件；

b) IFV 的过热器（附录 A 中 c）和蒸发器（附录 A 中 a）引入热源，逐步提高热源流量至预定流量，确认热源系统运行正常，无异常振动或声响；

- c) 对 LNG/NG 管线进行升压，检查管道及设备密封性能，确认 LNG/NG 系统气密正常；
- d) 对 IFV 的冷凝器（附录 A 中 b）和 LNG 管线进行预冷、投运；
- e) 确认 IFV 气化性能正常，逐步提高 LNG 流量至发电模式所需的预定负荷。

### 5.1.3 发电模式启动

#### 5.1.3.1 发电模式启动前应确认以下事项：

- a) 系统处于旁路模式运行，LNG 流量处于发电模式所需的预定负荷；
- b) 循环工质泵、透平机以及润滑、轴密封、油控制系统和辅助设备具备运行条件；
- c) 透平机快速切断阀处于关闭状态；
- d) 系统无异常报警。

#### 5.1.3.2 发电模式启动时应进行以下操作：

- a) 启动循环工质泵，建立工质循环；
- b) 通过节流膨胀阀（附录 A 中 o）进行节流降压，逐步建立透平机进出口压力差，使其满足透平机启动的动力条件；
- c) 透平机进出口压差达到预定值后，启动透平机的润滑、轴密封、油控制系统和辅助设备；
- d) 润滑、轴密封、油控制系统和辅助设备运行正常后，开启透平机出口阀（附录 A 中 r）及透平机启动阀（附录 A 中 s），透平机启动；
- e) 透平机转速稳定满足同期并网要求，LNG 冷能发电系统并网发电；
- f) 系统并网发电后，应全面检查各系统及润滑、轴密封、油控制系统和辅助设备的运行状态和运行参数。

## 5.2 停运

### 5.2.1 停运模式

停运模式为两种：

- a) 正常停运：LNG 冷能发电系统根据生产运行需求进行正常停运时，应先由发电模式正常切换至旁路模式，再从旁路模式切换至完全停机；
- b) 紧急停运：LNG 冷能发电系统出现安全问题需将系统安全紧急停运时，根据安全等级划分情况应将 LNG 冷能发电系统部分或完全停运。

### 5.2.2 正常停运

#### 5.2.2.1 发电模式切换至旁路模式

发电模式切换至旁路模式应按照以下顺序进行操作：

- a) 降低 LNG 负荷至发电模式下最小预定负荷；
- b) 打开节流膨胀阀，提升透平机出口压力，降低透平机负荷；
- c) 关闭透平机快速切断阀（附录 A 中 q）、透平机出口阀，断开透平机与电网连接，透平机停机，系统停止发电；

- d) 透平机旁路阀（附录 A 中 p）全开；
- e) 待透平机停止转动后（或转速降低至预定值时），停止润滑、轴密封、油控制系统和辅助设备运行；
- f) 关闭循环工质泵，打开循环工质泵旁路阀（附录 A 中 l）（旁路模式下循环工质泵需正常运行的冷能发电系统，不涉及此项操作）；
- g) 系统切换至旁路模式正常运行，根据旁路模式运行要求应监控 IFV 运行情况。

#### 5.2.2.2 旁路模式切换至完全停机

旁路模式切换至完全停机时应按照以下顺序进行操作：

- a) 降低 IFV 的 LNG 负荷至 0% 后，关闭 LNG 入口紧急切断阀（附录 A 中 g），延时关闭 NG 出口紧急切断阀（附录 A 中 h）；
- b) 排放 IFV 的 LNG 管线内剩余 LNG；
- c) IFV 的 LNG/NG 系统管线泄压后，惰性气体吹扫、置换、升温（参照停运或检修需求执行）；
- d) 降低热源流量，关闭其入口阀（附录 A 中 j）、出口阀（附录 A 中 k）；
- e) 排放 IFV 的热源管线内剩余热源（参照停运或检修需求执行）；
- f) 现场装置检查无异常，LNG 冷能发电系统完全停机。

### 5.2.3 紧急停运

#### 5.2.3.1 部分紧急停运

当处于发电模式下运行的 LNG 冷能发电系统出现仅透平机、发电机（附录 A 中 f）或润滑、轴密封、油控制系统和辅助设备出现异常工况或安全问题需采取紧急停运措施，而 IFV 气化工况运行正常无安全问题时，宜优先考虑对系统进行部分紧急停运，将系统运行模式由发电模式紧急切换至旁路模式，以减小或控制系统对 LNG 接收站整体气化外输功能的影响。

LNG 冷能发电系统部分紧急停运应参照以下步骤进行：

- a) 关闭透平机快速切断阀、透平机出口阀，切断透平机动力，透平机停运；
- b) 打开透平机旁路阀；
- c) 关闭循环工质泵，打开循环工质泵旁路阀；
- d) 待透平机停止转动后（或转速降低至预定值时），停止润滑、轴密封、油控制系统和辅助设备；
- e) 现场检查透平机、发电机、循环工质泵及润滑、轴密封、油控制系统和辅助设备等情况，应排除引起异常工况的不安全因素；
- f) 系统安全切换至旁路模式运行后，应核查和分析引起装置紧急停运或工况异常原因。

#### 5.2.3.2 全部紧急停运

当处于发电模式下运行的 LNG 冷能发电系统出现紧急工况或安全问题需将系统完全停运时，应先将系统全部紧急停运，再采取应急措施控制，以降低系统全部停运对 LNG 接收站系统整体平稳运行的影响。

LNG 冷能发电系统全部紧急停运应参照以下步骤进行：

- a) 关闭透平机快速切断阀、透平机出口阀，切断透平机动力，透平机停运；
- b) 打开透平机旁路阀；
- c) 关闭循环工质泵，打开循环工质泵旁路阀；
- d) 待透平机停止转动后（或转速降低至预定值时），停止润滑、轴密封、油控制系统和辅助设备；
- e) 关闭 IFV 的 LNG 入口紧急切断阀，延时（延时时间根据设计要求确定）关闭 NG 出口紧急切断阀；
- f) 在 LNG/NG 系统未被切断/隔离前，IFV 热源系统应保持运行；
- g) 现场检查 LNG 冷能发电系统等设备情况；
- h) LNG 冷能发电系统全部紧急停运后，应排查分析原因，并制定落实整改措施，降低系统安全风险。

## 6 系统运行

### 6.1 日常巡检

6.1.1 日常巡检过程中，应对各设备、管路的外观、运行状态、仪表、运行环境进行检查，并确认设备运行无异响及异常振动、管路无泄漏、空气中无异味，仪表参数显示在规定范围内，电缆及接线端子表面无异常高温点，运行辅助耗材充足，运行环境安全。

6.1.2 日常巡检应定时按巡视路线对系统进行检查，并做好巡检记录。日常巡检记录内容详见附录 D。

### 6.2 工艺系统运行监控

6.2.1 运行过程中应对整个系统的运行数据进行监视和分析，确认系统中的运行参数在规定范围内。

6.2.2 运行过程中应将冷能发电系统运行的主要运行数据及故障进行记录并存档。

6.2.3 旁路模式和发电模式宜监测内容详见附录 E。

6.2.4 运行中一旦发现不安全因素应立刻采取相应措施，并及时向有关人员和部门汇报。

### 6.3 电气系统运行监控

电气系统运行应遵守 DL/T 1164 等电力行业规程要求，实时监视设备运行状态，如电流、电压、频率、功率等，以及各类报警或故障信息。

### 6.4 系统运行控制及调整

#### 6.4.1 控制调整原则

- a) LNG 冷能发电系统控制调整应满足系统安全稳定连续运行要求；
- b) NG 外输气体温度和热源进出口温差应满足气化功能设计要求；
- c) LNG 气化输气量宜置于额定负荷下运行，也可根据 LNG 气化外输量需求或接收站用电负荷需求进行调节；

d) 发电模式下应使循环工质泵流量和液位处于设计范围内并保持稳定。

#### 6.4.2 旁路模式控制

LNG 冷能发电系统在旁路模式下运行时，主要进行以下控制：

- a) LNG 流量应根据外输气量要求进行调节；
- b) 热源流量的调整应确保冷能 IFV 出口 NG 气体温度和热源进出口温差应满足设计要求。

#### 6.4.3 发电模式控制

LNG 冷能发电系统在发电模式下运行时，主要进行以下控制：

- a) 热源流量应在设计范围内进行调整并保持相对稳定，确保 IFV 出口 NG 气体温度和热源进出口温差满足设计要求；
- b) LNG 流量在满足外输气量要求的基础上，宜处于额定流量下运行；
- c) 冷凝器压力设定值应在设计范围内进行调整。

### 7 系统维护

#### 7.1 基本要求

- 7.1.1 维护应遵循设备操作和维护手册要求。
- 7.1.2 维护周期应按规定执行，并做好日常保养记录。
- 7.1.3 持续监控系统内报警信息，发现异常应及时处置。
- 7.1.4 如需要隔离维护，应按照规定隔离原则进行隔离，隔离后应将可燃气体吹扫排空。
- 7.1.5 系统主要设备常见故障详见附录 F。

#### 7.2 设备日常巡检

##### 7.2.1 机械设备

- a) 检查旋转设备的振动值、轴承温度，是否存在异常噪声；
- b) 检查各润滑点润滑油回油的状态，是否存在乳化、污染等问题。

##### 7.2.2 仪控设备

- a) 检查关键控制阀的现场开度与其在控制系统输出值的一致性；
- b) 检查变速轴承、膨胀机轴承、循环工质泵的振动动态数据；
- c) 检查 UCP、人机接口等监控系统的运行状态及报警信息。

##### 7.2.3 电气设备

- a) 检查发电机、油泵、开关柜等设备的运行状态；
- b) 检查 GCP 监控系统的运行状态及报警信息。

#### 7.3 透平机维护

##### 7.3.1 日常维护保养

- a) 检查润滑油、密封油、密封气泄漏情况；
- b) 检查进气过滤器堵塞情况；
- c) 确认设定点参数是否正确。

### 7.3.2 定期检查维护

- a) 检查润滑油的品质和清洁度；
- b) 检查油过滤器压差；
- c) 检查透平机械密封泄漏情况；
- d) 检查油泵/电机外壳的振动情况；
- e) 检查除雾滤芯的清洁度；
- f) 对压力安全阀（PSV）进行校验；
- g) 检查膨胀机、齿轮箱、发电机外壳的振动情况。

### 7.3.3 大中修

- a) 对所有关键的间隙和表面进行外观和尺寸检查，若检查发现部件的尺寸超出了设备安装、操作与维护手册中载明的磨损限制，应进行修正、调整或更换，直至满足维修手册的要求；
- b) 检查轴承、轴颈磨损情况；
- c) 检查转子及轴上零件的轴向定位情况；
- d) 检查并修正机械密封的密封端面的平整度、压缩量；
- e) 更换易损部件，如垫圈、O形圈、垫片、磨损环等；
- f) 根据维修手册要求检查设备对中情况，必要时重新调整；
- g) 检查油冷却器管束、润滑油箱、润滑油加热器的清洁度是否符合工作要求，是否有损坏；
- h) 检查透平机快速切断阀的关闭时间是否正常；
- i) 检查透平机启动阀的关闭时间是否正常；
- j) 检查密封气加热器的性能和清洁度是否符合工作要求。

## 7.4 循环工质泵维护

### 7.4.1 维护周期

循环工质泵宜每运行 16000 小时执行一次维护，用户也可基于设备实际运行情况确定维护周期。

### 7.4.2 维护内容

- a) 对所有关键的间隙和表面进行外观和尺寸检查，若发现部件的尺寸超出设备安装、操作与维护手册中载明的磨损限制，则需更换磨损部件；
- b) 检查轴跳动和直线度，若发现不符合图纸规格，应加以平衡和校直，轴/转子组件被校直后应放入液氮中作浸泡处理，以确保在低温状态和室温条件下保持正确的轴直度；
- c) 进行定子和电气试验及检查；

d) 更换消耗部件（如垫圈、O形圈、垫片、轴封等）；

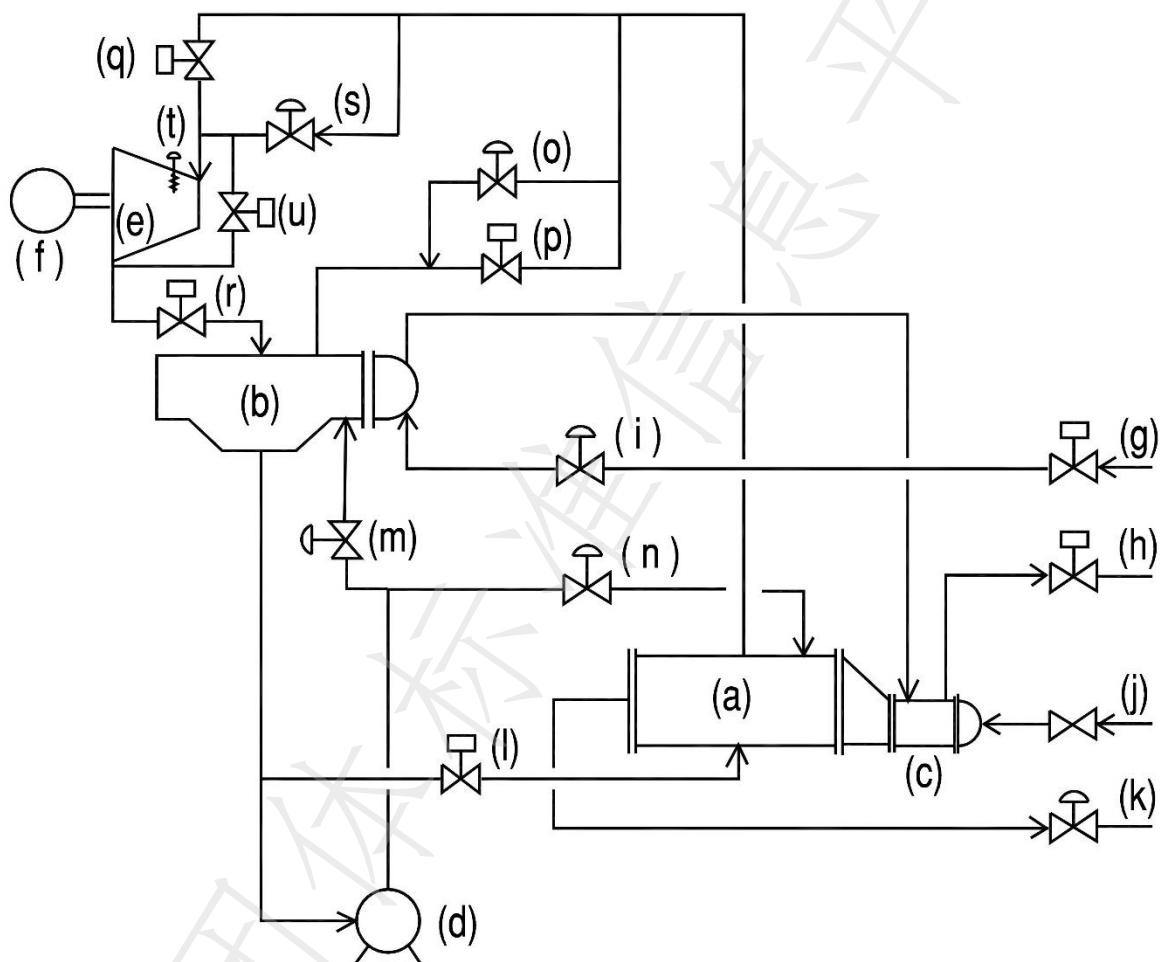
e) 更换轴承。

全国团体标准信息平台

## 附录A

(资料性)

### 案例项目 LNG 冷能发电系统图



- |                 |                |              |
|-----------------|----------------|--------------|
| a: 蒸发器;         | h: NG 出口紧急切断阀; | o: 节流膨胀阀;    |
| b: 冷凝器;         | i: LNG 流量调节阀;  | p: 透平机旁路阀;   |
| c: 过热器;         | j: 热源入口阀;      | q: 透平机快速切断阀; |
| d: 循环工质泵;       | k: 热源出口阀;      | r: 透平机出口阀;   |
| e: 透平机;         | l: 循环工质泵旁路阀;   | s: 透平机启动阀;   |
| f: 发电机;         | m: 循环工质泵回流阀;   | t: 入口导叶;     |
| g: LNG 入口紧急切断阀; | n: 循环工质泵出口调节阀; | u: 透平机泄放阀    |

## 附录B

(资料性)

### 案例项目 LNG 组分表和循环工质组分表

案例项目装置进料 LNG 的典型规格如下表所示：

表 B.1 LNG 组分表

组分	组分占比 (mol%)		
	贫液	富液	典型
甲烷	96.64	89.39	92.13
乙烷	1.97	5.76	4.17
丙烷	0.34	3.30	2.43
异丁烷	0.07	0.78	0.54
正丁烷	0.08	0.66	0.55
戊烷及 C5 以上组分	0.00	0.00	0.00
氮	0.90	0.11	0.20

案例项目循环工质选用制冷剂级丙烷，丙烷的最低纯度应为 98mol%，出于装置设计目的，使用以下丙烷成分。

表 B.2 循环工质组分表

组分	组分占比 (mol%)
甲烷	0.00
乙烷	2.00
丙烷	98.00
异丁烷	0.00
正丁烷	0.00
戊烷及 C5 以上组分	0.00
氮	0.00

## 附录C

(规范性)

### LNG 冷能发电系统主要参数

序号	设备名称	技术性能参数
1	透平机	额定功率, kW
2		额定电压, V
3		额定电流, A
4		功率因数, —
5		发电效率, %
6		额定频率, Hz
7		额定转速, r/min
8		环境温度 (最低/正常/最高), °C
9		绝缘等级, —
10		防护等级, —
11	IFV	LNG 入口流量, t/h
12		LNG 入口温度, °C
13		LNG 入口压力, MPa
14		NG 入口流量, m <sup>3</sup> /h
15		NG 入口温度, °C
16		NG 入口压力, MPa
17		热源入口流量, m <sup>3</sup> /h
18		热源入口温度, °C
19		热源入口压力, MPa
20		热源出口温度, °C
21	循环工质泵	额定流量, m <sup>3</sup> /h
22		额定扬程, m
23		额定功率, kW
24		入口压力, MPa
25		出口压力, MPa
26		最高工作压力, MPa
27		最高工作温度, °C
28		最低工作温度, °C
29		设计温度, °C
30		效率, %
31		必需汽蚀余量, m
32		额定转速, r/min
33		最低启动液位, m
34		泵停液位, m

### 附录D

(资料性)

#### 日常巡检记录表

巡检日期 (月/日)												备注	
油系统	润滑油系统	油泵 (A□/B□)	出口压力 (MPa)										
			X 向振动 (mm/s)										
			Y 向振动 (mm/s)										
		外观											
		异声											
		冷却风扇	外观										
			异声										
		油泵电机	X 向振动 (mm/s)										
			Y 向振动 (mm/s)										
	异声												
	油过滤器	压差 (MPa)											
		出口油温 (°C)											
	密封油系统	润滑油系统	油泵 (A□/B□)	出口压力 (MPa)									
				X 向振动 (mm/s)									
				Y 向振动 (mm/s)									
			外观										
			异声										
			冷却风扇	外观									
异声													
油泵电机			X 向振动 (mm/s)										
			Y 向振动 (mm/s)										
		异声											
油过滤器		压差 (MPa)											
		出口油温 (°C)											
油箱		油温 (°C)											
		液位 (cm)											
管道		管架											
		泄漏											
气动调节阀		外观											
		泄漏											

巡检日期（月/日）												备注
发电系统	透平机	驱动端	工作气源压力 (MPa)									
			X 向振动 (mm/s)									
			Y 向振动 (mm/s)									
		回油										
		非驱动端	X 向振动 (mm/s)									
			Y 向振动 (mm/s)									
			回油									
		异声										
		噪音 (dB)										
		膨胀机	X 向振动 (mm/s)									
	Y 向振动 (mm/s)											
	回油											
	异声											
	噪音 (dB)											
	变速箱	输入端	X 向振动 (mm/s)									
			Y 向振动 (mm/s)									
		输出端	X 向振动 (mm/s)									
			Y 向振动 (mm/s)									
		异声										
		回油										
	减速器	异声										
		振动 (mm/s)										
	管道	管架										
		泄漏										
	阀门	外观										
		泄漏										
		工作气源压力 (MPa)										
	循环工质泵	X 向振动 (mm/s)										
Y 向振动 (mm/s)												
出口压力 (MPa)												
泵筒液位 (%)												

巡检日期（月/日）										备注
	入口过滤器压差 （MPa）									
	异声									
	噪音（dB）									
GCP	报警									
	放电声									
	异味									
	显示正常									
检查人员										

全国团体标准信息平台

## 附录E

(规范性)

### LNG 冷能发电系统运行监测参数推荐表

序号	模式	日常监测参数
1	旁路模式	LNG 入口流量, t/h
2		NG 出口温度, °C
3		热源入口流量, m <sup>3</sup> /h
4		热源入口温度, °C
5		热源出口温度, °C
6	发电模式	LNG 入口流量, t/h
7		NG 出口温度
8		热源入口流量, m <sup>3</sup> /h
9		热源入口温度, °C
10		热源出口温度, °C
11		循环工质泵最小流量, m <sup>3</sup> /h
12		冷凝器壳体压力, MPa
13		蒸发器壳体液位, m
14		透平机输出功率, kW

## 附录F

(资料性)

### LNG 冷能发电系统常见故障

序号	设备	故障	可能的原因	检查与处理
1	透平机	轴承故障	润滑不良	定期检查各润滑点的回油流量和油温
			磨损	定期检查轴承的振动值
2		叶片损伤	疲劳	定期检查叶片的完整性
			冲蚀	避免或减少工质中混入颗粒物，操作中避免液滴进入叶片
3		冷却系统故障	冷却风量不足	定期检查冷却风扇电流和振动
			空冷器堵塞	检查清洗冷空冷器翅片以保持冷却效率
4		振动问题	机械不平衡、不对中或轴承损坏	使用振动监测设备定期检查，并在发现异常时进行平衡校正、对中或更换损坏部件
5		电气故障	绕组绝缘损坏、电缆连接不良或部件故障	定期检查电气系统的绝缘性能，确保所有连接都牢固可靠，并及时更换损坏的电气部件
6		油系统污染	油质劣化（包括乳化、变质或颗粒污染）	定期对润滑油取样分析，根据分析结果实施油品净化、脱水或更换等 排查污染物来源并及时维修
8		控制系统故障	传感器故障、执行器故障或控制逻辑错误	定期检查控制系统的硬件和软件，及时更新或修复故障部件
9	轴封泄漏	机封磨损或密封件损坏	监控密封油气分液管的排液周期，发现周期变短后及时检查或维修	
10	效率下降	部件磨损、结垢、腐蚀或维护不当	定期进行性能测试，及时清理和维护透平机，以及更换磨损部件	
11	循环工质泵	无流量	泵旋转方向错误	在总开关处断开电源供应，并在泵电气接线盒处或主配电盘处对换两根电机引线
12		出口流量或压力低	泄漏	检查垫片和 O 形圈的完好确保适当的密封
			密封环磨损	拆卸并更换
			叶轮或扩压管堵塞	拆卸并清洁阻塞的通道
			叶轮受损	更换
13		汽蚀	泵筒液位太低	升高泵筒液位或降低泵的工作流量
14		振动大	轴承磨损	拆卸并更换
			泵的工作流量低于最小推荐流量	增加流量
			旋转元件损坏	定位损坏部位并更换或修理
			轴向力不平衡	检查推力平衡系统并适当维修
15	启动时间增	旋转部件卡滞	拆卸并清理或维修	

序号	设备	故障	可能的原因	检查与处理
16		加	轴承磨损	拆卸并更换
			电机缺相或相间电流不平衡	检查各相之间的电压平衡，如果不平衡则进行修理
			启动电路故障	检查系统并修理
		电流损耗高	动静零部件间摩擦	拆卸并维修
			轴承磨损	拆卸并更换
			电机缺相或相间电流不平衡	检查输入电流、电压并维修
			电机之外的电气问题	检查系统并修理