

中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 137—2024

LPG 双燃料柴油机台架试验作业安全管理要求

Safety management requirements of shop test operation for LPG dual fuel engines



2024-12-3 发布

2025-1-1 实施

中国船舶工业行业协会 发布

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 台架设计要求 | 2 |
| 5 燃气装置等级状态 | 3 |
| 6 作业准备 | 3 |
| 6.1 人员 | 3 |
| 6.2 设备和工具 | 4 |
| 7 作业安全管理规定 | 4 |
| 8 应急管理 | 5 |
| 8.1 LPG 少量泄漏时应急措施 | 5 |
| 8.2 LPG 大量泄漏时应急措施 | 6 |



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。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会提出。

本文件由中国船舶工业行业协会归口。

本文件起草单位：上海中船三井造船柴油机有限公司、扬州中远海运重工有限公司、中船动力（集团）有限公司、江南造船（集团）有限责任公司、中国船舶集团有限公司综合技术经济研究院。

本文件主要起草人：刘闯、秦建国、金朝兵、王岩、朱琪、徐赵刚、王冬冬、王勇、郭义德、张讷辉、李巧平。



LPG 双燃料柴油机台架试验作业安全管理要求

1 范围

本文件规定了液化石油气（LPG）双燃料柴油机台架试验时的台架设计要求、燃气装置等级状态、作业准备、作业安全管理规定、应急管理等内容。

本文件适用于LPG双燃料柴油机台架试验作业的安全管理。

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 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

LPG 双燃料柴油机 **LPG dual fuel engine**

具有柴油和 LPG 两套燃料供给系统，可单独燃用柴油且可同时燃用柴油和 LPG 两种燃料的发动机。

3.2

台架试验 **shop test**

利用专门的试验和测试设备检验发动机的性能、可靠性和耐久性的试验过程。

3.3

低闪点燃料供给系统 **low flashpoint fuel supply system; LFSS**

将低闪点燃料从储存设备中释放出来，满足一定的压力、温度等条件下输送至使用者的系统。

3.4

爆炸下限 **lower explosive limit; LEL**

可燃蒸气、气体或粉尘与空气组成的混合物遇火源即能发生爆炸的最低浓度（可燃蒸气、气体的浓度按体积比计算）。

3.5

燃气装置 **gas system plant**

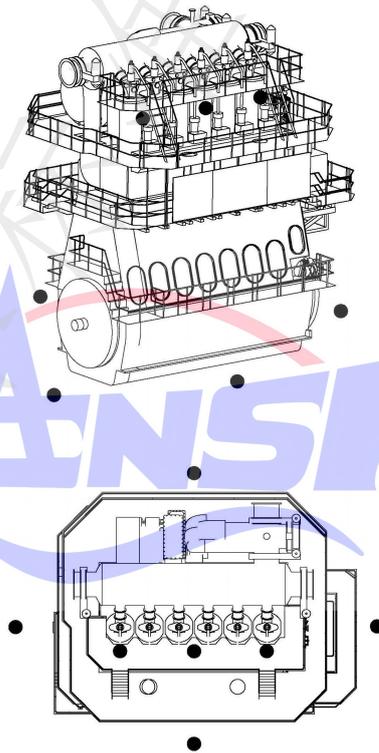
从燃气源经低闪点燃料供给系统输送到使用者的所有设施、设备和装置。

双壁管 double wall pipe

由内管和外管组成的，用于向发动机输送燃料的管路。

4 台架设计要求

- 4.1 LPG 燃料单壁式进、回管路应距车间外墙壁 200mm 前起，分别与通风系统的出口管、进口管合并转为双壁管型式（LPG 燃料流向与通风空气流向相逆）。
- 4.2 燃气模式时内管输送 LPG 燃料，内、外管形成的环形空间有持续以每小时 30 次~45 次频率的通风空气流通，通风出口管的 2 个固定式燃气浓度传感器监测主机燃气系统状态，一旦内管空间的 LPG 泄漏至环形空间（即通风系统），燃气浓度超标时，主机控制系统应立即停止燃气模式并转回燃油模式。
- 4.3 LPG 双燃料柴油机应仅能在燃油模式下起动，燃气模式应仅能在柴油机正车运行时使用。
- 4.4 LPG 双燃料柴油机的机旁和集控室的控制面板应配置有应急停车按钮，以在紧急情况下应急停车。
- 4.5 LPG 双燃料柴油机操纵侧上层平台双壁管下方、台架底部四周应布置固定式燃气浓度传感器，位置示意参见图 1。



符号说明：

●——固定式燃气浓度传感器。

图 1 固定式燃气浓度传感器布置图

- 4.6 应使用警示铭牌和警戒线对 LPG 双燃料柴油机和供给系统规定禁止事项和警戒区域（车间警戒区域以主机中心半径 15m 界定），且对全员进行通告。

- 4.7 试车台架上应布置燃气装置的状态指示灯和声光报警器，并对全员通告。
- 4.8 燃气管道上应有明确的警示标识、介质标识、流向标识、以及阀门开关状态标识。
- 4.9 根据车间台架布置，应按照 GB/T 29639 的要求编制应急预案，并准备相应的应急资源。

5 燃气装置等级状态

根据LPG双燃料柴油机状态，其相关燃气装置等级状态分为6个级别，见表1。

表 1 燃气装置等级状态

| 燃气装置等级 | 燃气装置状态 |
|--------|--|
| 等级 I | 固定式燃气浓度传感器示数为 0%； 主机仅在燃油模式运转，或者主机燃气模式结束后且已被氮气吹扫完毕 |
| 等级 II | 固定式燃气浓度传感器示数 < 20%LEL； 主机停车，主机已被氮气吹扫完毕，供给系统停止工作，施工人员半径 2 米以内检测到可燃气体 |
| 等级 III | 固定式燃气浓度传感器示数 < 20%LEL； 主机燃油模式运转，但供给系统已运转，主机进入燃气模式切换前自检过程，主机燃气部件开始填充燃气 |
| 等级 IV | 固定式燃气浓度传感器示数 < 20%LEL； 主机燃气模式运转中 |
| 等级 V | 20%LEL ≤ 固定式燃气浓度传感器示数 < 40%LEL； 主机由燃气模式切换至燃油模式后正常停车，供气系统自动停止，声光报警器开启 |
| 等级 VI | 固定式燃气浓度传感器示数 ≥ 40%LEL； 主机在燃气模式下紧急停车，供气系统自动停止，声光报警器开启 |

6 作业准备

6.1 人员

所有人员应经相应技能培训，并具备相关资质证书，且施工人员应遵守工艺要求和现场安全操作规程，在LPG双燃料柴油机台架试验时，人员分类和职责见表2。

表 2 人员列表

| 人员分类 | 职责 |
|--------------|---------------------------------|
| 双燃料柴油机试车主管 | 1 名，负责双燃料柴油机台架试验的安全管理和监督试车工作的开展 |
| 双燃料柴油机试车人员 | 2 名，负责进行实际试车操作、记录试车数据 |
| 双燃料柴油机试车配合人员 | 2 名，负责双燃料柴油机试车过程中配合工作，以及故障维修 |
| 供给系统主管 | 1 名，负责供给系统的安全管理和监督试车过程的供气系统运行 |
| 供给系统操作人员 | 2 名，负责进行供给系统操作和记录试车数据 |

6.2 设备和工具

配备但不限于以下安全设备和工具：

- a) 安全帽、防护面罩、耳塞；
- b) 防静电手套、防静电工作服、防静电袜、防静电工作鞋、防静电安全带；
- c) 防爆对讲机；
- d) 除静电设备；
- e) 便携式燃气检测仪；
- f) 防爆工具；
- g) 状态指示灯、声光报警器(布置于车间明显位置并通告全员)；
- h) 干粉灭火器(8kg, 不应少于 2 具, 不超过 5 具)。

7 作业安全管理规定

7.1 LPG 双燃料柴油机在常规的油水气确认后, 应对燃气模式运行前、中、后下述事项逐一确认, 见表 3。

表 3 燃气装置安全确认表

| 序号 | 时间阶段 | 确认事项 | 双燃料柴油机 试车主管 | 供给系统 主管 |
|----|------------------|--|----------------|------------|
| 1 | LPG 燃料供给 前确认项 | 设备、工具有效期确认、安全标识确认 | ● | ● |
| | | 双壁管通风系统功能正常 | ● | |
| | | LPG 供给系统各连接处和阀门密性正常 | | ● |
| | | LPG 供给系统各阀门处于正确位置 | | ● |
| | | 试车台位和供给系统的燃气浓度传感器示数应为 0% | ● | ● |
| 2 | 燃气模式启动 前确认项 | 氮气供给压力应高于 LPG 储罐压力 7barg 以上, 且不应高于储罐设计压力 | ● | |
| | | 确认 LFSS 的安全, 无泄漏、无报警 | | ● |
| 3 | 燃气模式运行 中确认项 | 通过供给系统集成室的监视器确认供给系统各设备正常运行 | | ● |
| | | 通过试车台位集控室的监视器确认双燃料柴油机燃气系统各设备正常运行 | ● | |
| 4 | 燃气模式停止 后确认 | 燃气模式停止后, 主机燃气系统被氮气吹扫置换流程正常结束 | ● | |

7.2 在燃气模式动车期间如需进入警戒区域，试车人员应履行相关穿戴安全装备和遵守安全规定的义务，不应携带、使用非防爆型电子设备以及金属物品，试车主管的安全头盔上应贴有明确标志，非试车人员进入警戒区域内，应经试车主管批准后方可进入。

7.3 LPG 双燃料柴油机台架上的状态指示灯，非燃气模式运行时该状态指示灯熄灭；LPG 双燃料柴油机燃气模式正常运行时，试车人员应将状态指示灯切换为绿色；在出现 LPG 泄露情况且燃气浓度大于或等于 20%LEL 时，试车人员应将状态指示灯切换为红色。

7.4 LPG 双燃料柴油机试车台架布置有固定式燃气浓度传感器、声光报警器以及应急停车按钮。固定式燃气浓度传感器设置有低（固定式燃气浓度传感器示数不小于 20%LEL）、高（固定式燃气浓度传感器示数不小于 40%LEL）两级报警，如果监测到燃气泄漏，相应信号将反馈至集控台的显示设备。

7.5 当出现低一级（固定式燃气浓度传感器示数不小于 20%LEL）报警时（等级 V），试车人员立即将 LPG 双燃料柴油机由燃气模式切换至燃油模式，正常停车；如果燃气泄漏速度过快，尚未完成切回燃油模式已出现高一级 40%LEL 报警（等级 VI），试车人员应立即应急停车（或者安保系统设置有燃气浓度 40%LEL 自动触发应急停车）。

7.6 燃气装置等级 V 或 VI 时，试车人员立即启动声光报警器，将状态指示灯切换为红色，提示台位上及附近人员疏散，并停止警戒区域内一切工作。

7.7 LPG 双燃料试车台位上及附近相关人员，在听到声光报警器报警后，并确认台位状态指示灯为红色时，如发现主机没有应急停车，应在有序撤离过程中，按下附近的应急停车按钮。

7.8 如果燃气模式是因紧急停车或不可越控的停车而停止运行，后续在燃油模式下重新启动柴油机前，应对燃气系统实施排气通风吹扫程序。

7.9 固定式燃气浓度传感器显示的燃气浓度下降至 5%LEL 以下时，相关人员方可进入台位进行燃气系统检漏工作，并应随身携带便携式燃气检测器，如果检测到局部浓度仍超过 20%LEL，应立即退出，并提示其他人员不应进入。

7.10 仪表、安全阀、燃气浓度传感器、劳防用具和工具等安全相关设备应定期强制检测。

8 应急管理

8.1 LPG 少量泄漏时应急措施

LPG 燃料出现少量泄漏时（少量泄漏是指燃气浓度还未达到 20%LEL，未触发报警），应急措施见表 4。

表 4 LPG 少量泄漏时应急措施

| 燃气装置等级 | 应急措施 | 第一联系人员 |
|--------|-----------------------------------|--------|
| 等级 II | 关注燃气浓度变化，如果检测到局部浓度仍超过 20%LEL，立即退出 | 联络试车主管 |
| 等级 III | 停止主机由燃油模式切换至燃气模式，供给系统 LFSS 自动停止 | 联络试车主管 |
| 等级 IV | 主机由燃气模式切回至燃油模式，供给系统 LFSS 自动停止 | 联络试车主管 |

8.2 LPG 大量泄漏时应急措施

LPG燃料出现大量泄漏时（燃气浓度等于或大于20%LEL），处于燃气泄漏报警状态，应急措施参见表5。

表5 LPG 大量泄漏时应急措施

| 燃气装置等级 | 应急措施 | 第一联系人员 |
|--------|---|--------|
| 等级V | (1) 主机由燃气模式切换至燃油模式后正常停车，供给系统自动停止 (2) 状态指示灯切换为红色，启动声光报警器开关 (3) 按照《紧急时撤离预案》撤离 | 联络试车主管 |
| 等级VI | (1) 主机在燃气模式下紧急停车，供给系统自动停止 (2) 状态指示灯切换为红色，启动声光报警器开关 (3) 按照《紧急时撤离预案》撤离 | 联络试车主管 |