

内河LNG燃料动力船舶 安全操作指南

中华人民共和国海事局 编



NEIHE LNG
RANLIAO DONGLI CHUANBO
ANQUAN CAOZUO ZHINAN



武汉理工大学出版社
WUTP Wuhan University of Technology Press

内河 LNG 燃料动力船舶 安全操作指南

中华人民共和国海事局 编

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

图书在版编目(CIP)数据

内河 LNG 燃料动力船舶安全操作指南/中华人民共和国海事局编. —武汉:武汉理工大学出版社, 2015. 5

ISBN 978-7-5629-4846-9

I. ①内… II. ①中… III. ①内河船-液化气体船-船舶安全 ②内河船-液化气体船-船舶操纵 IV. ①U674. 13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 100381 号

项目负责:陈军东 陈 硕

责任编辑:陈 硕

责任校对:余晓亮

装帧设计:兴和设计

出版发行:武汉理工大学出版社

武汉市洪山区珞狮路 122 号 邮编:430070

http://www.techbook.com.cn 理工图书网

E-mail:chenjd@whut.edu.cn

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:京山德兴印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:4.5

字 数:89 千字

版 次:2015 年 5 月第 1 版

印 次:2015 年 5 月第 1 次印刷

定 价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87515778 87515848 87785758 87165708(传真)

内河 LNG 燃料动力船舶安全操作指南

编审委员会名单

主任：郑和平

副主任：葛同林 桓兆平 黄明

委员：李恩洪 张九新 朱可欣 邓少彪 陈德丽

王春华 张铜宁 罗胜祥 唐春辉 林承志

朱耀辉 马磊

编写说明

内河航运是航运事业的重要组成部分,作为一种高效低能耗的运输方式,内河航运在我国社会经济尤其是内陆地区区域经济发展中的重要作用日益凸显。国务院于2011年1月发布的《关于加快长江等内河水运发展的意见》、2014年9月发布的《关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》指出,利用10年左右的时间,建成畅通、高效、平安、绿色的现代化内河水运体系,将长江经济带建设成为具有全球影响力的内河经济带、东中西互动合作的协调发展带、沿海沿江沿边全面推进的对内对外开放带和生态文明建设的先行示范带。同时,我国能源中长期发展规划明确指出,在水上交通运输领域要“通过制定船舶技术标准,加速淘汰老旧船舶;采用新船型和先进动力系统”。正是在这样的背景下,船用燃料油改用天然气近年来得到了快速的发展,越来越多的企业投入这一行业,航行于长江等内河干线及支线上的LNG燃料动力船舶日益增多。

为了适应内河LNG燃料动力船舶航行发展的新形势,促进内河航运的安全生产,我们委托从事内河航运研究的专家编写了这本《内河LNG燃料动力船舶安全操作指南》(以下简称《操作指南》),用于指导内河LNG船舶航行的安全管理。《操作指南》分为内河LNG燃料动力船舶日常操作手册、内河LNG燃料动力船舶设备维护手册、内河LNG燃料动力船舶应急处置手册三个部分,提出了内河LNG燃料动力船舶操作、维护、应急处理的一般性规范。

在编写过程中,我们征集了海事管理部门、航运企业、航海类高校等行业内专家的意见和建议,设立了专门的科研课题进行研究,力求使《操作指南》的内容符合安全航行的实际要求,具有可操作性。作为规范性、指导性文件,我们希望《操作指南》的内容能够涵盖LNG燃料动力船舶所有操作,对常见故障给出排除的程序和方法,对出现的紧急情况给出规范性应急预案,以加强LNG燃料动力船舶航行的安全管理,尽量防止和减少安全事故发生,减少财产损失,通过安全生产来促进内河LNG燃料动力船舶这一新的高效节能绿色运输方式的推广和发展。

本《操作指南》由中华人民共和国海事局组织编写,编写组由彭宏恺、王茂清、代龚圆、李小丰、丁凡、罗渊、郭党华、李武华、方德安、李昊、王端勇等组成。为了提高《操作指南》的质量,请各单位在执行过程中注意积累资料,总结经验,如发现需要修改和补充之处,请及时与我们联系,供以后修订时参考。

中华人民共和国海事局

2014年12月

前 言

绿色经济、低碳经济已成为引领世界经济复苏与应对环境问题的新引擎,节能减排已成为新时期水路运输企业提升核心竞争力的必然要求。随着经济全球化和我国经济的快速发展,水路运输企业面临可持续发展能力等核心实力的综合竞争。切实强化水路运输节能减排,一方面可有效降低经营成本,提高企业核心竞争力;另一方面也有助于营造和谐、高效、绿色、低碳的水路运输环境,提升水路运输现代化水平,拓展水路运输可持续发展空间,履行社会责任和义务。

内河水运,以其强大的低碳、环保、节能、可持续发展等优势,具有绿色特征和内涵。我国内河水运资源丰富,加快内河水运发展,对于构建现代综合运输体系,调整、优化沿江地区产业布局,促进节能减排和区域经济协调发展,具有十分重要的意义。

随着“气化长江”、“长江绿色物流创新工程”等内河船舶“油改气”项目的推进,LNG(Liquefied Natural Gas)作为一种经济、绿色、安全的新型能源已成为业内船舶绿色能源的新选。由于内河水域通航环境复杂,船舶交通流大、两岸居民区密集、取水口众多,LNG 燃料动力船舶安全营运是社会关注的焦点。

目前,我国内河 LNG 燃料动力船舶运营需求十分迫切,但相关的船舶安全操作规程较缺乏,为科学推进内河 LNG 燃料动力船舶运输,保障运输安全,需要制定内河 LNG 燃料动力船舶安全操作规程。

中华人民共和国海事局组织编写了《内河 LNG 燃料动力船舶安全操作指南》(以下简称《操作指南》),作为船舶操作、日常维护和应急反应的指导性文件。《操作指南》包括三个手册(样本):

- (1)《内河 LNG 燃料动力船舶日常操作手册》;
- (2)《内河 LNG 燃料动力船舶设备维护手册》;
- (3)《内河 LNG 燃料动力船舶应急处置手册》。

本书针对以上三个手册主要内容做一个简要的阐述,形成《操作指南》编写指南的基本框架,为船公司建立相应手册提供了技术参考。

本书旨在帮助从事 LNG 燃料动力船舶营运的公司及船员做好安全操作，同时也可供相关管理人员参考。本书在编写过程中，得到了有关单位、人员的大力支持和协助，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，加之编者水平有限，难免出现疏漏和错误，敬请广大读者批评指正。

《内河 LNG 燃料动力船舶安全操作指南》编审委员会

2015 年 2 月

目 录

第 1 章 总 则	1
1.1 编写目的	1
1.2 编写依据	1
1.3 基本框架	2
1.4 适用范围	2
1.5 名词术语	2
第 2 章 内河 LNG 燃料动力船舶日常操作手册(样本)	6
2.1 开航前安全检查	6
2.1.1 开航前驾驶部安全检查	6
2.1.2 开航前轮机部安全检查	7
2.2 发动机启动操作程序	7
2.3 航行中操作与值班要求	9
2.3.1 驾驶部操作要求	9
2.3.2 轮机部值班要求	9
2.4 LNG 燃料加注程序	10
2.4.1 加注作业前准备	11
2.4.2 加注作业	13
2.4.3 加注作业后操作和检查	13
2.4.4 加注作业注意事项	14
2.5 除气和惰化程序	18
2.5.1 除气程序	18
2.5.2 惰化程序	18
2.6 注意事项	19
2.6.1 航行期间注意事项	19

2.6.2	停车注意事项	21
第3章	内河 LNG 燃料动力船舶设备维护手册(样本)	23
3.1	关键性设备	23
3.2	关键性设备检查与维护	25
3.2.1	气体燃料发动机	25
3.2.2	气罐	27
3.2.3	气体管路及阀件	28
3.2.4	热交换器	28
3.2.5	电子控制系统	29
3.2.6	安保系统	29
3.2.7	防爆风机	30
3.2.8	消防系统	30
3.3	维护与保养注意事项	35
3.3.1	通用注意事项	35
3.3.2	手提式 CO ₂ 灭火器	35
3.3.3	手提式干粉灭火器	36
3.3.4	故障处理程序	36
3.4	维护保养记录	37
第4章	内河 LNG 燃料动力船舶应急处置手册(样本)	38
4.1	船舶应变部署	38
4.1.1	目的	38
4.1.2	紧急情况信号规定	38
4.1.3	基本要求	39
4.1.4	应变部署岗位及任务分工	40
4.1.5	外部联系	42
4.2	船舶应急预案	47
4.2.1	通则	47
4.2.2	LNG 泄漏	47

4.2.3	火灾/爆炸	49
4.2.4	碰撞/搁浅/触礁	50
4.2.5	人员冻伤/窒息	51
4.2.6	ECU 失灵	52
4.2.7	发动机/舵机失灵	53
4.2.8	弃船紧急撤离	53
4.3	应急演练计划及实施	54
4.3.1	目的	54
4.3.2	适用范围	54
4.3.3	船岸联合应急演练要求	54
4.3.4	船舶应急演练要求	58
4.3.5	船舶消防应急演练须知	58
4.3.6	船舶紧急撤离演练须知	59

第 1 章 总 则

1.1 编写目的

LNG(Liquefied Natural Gas)具有易燃易爆、低温、易挥发、易扩散等特性,因此,相较于普通柴油燃料动力船舶,LNG 燃料动力船舶风险较高,对船舶操作、维护和应急,也提出了更高的要求。

为降低内河 LNG 燃料动力船舶营运风险,《内河 LNG 燃料动力船舶安全监督管理规定》(海船舶[2014]784 号,以下简称“784 号文”)明确提出:内河 LNG 燃料动力船舶在投入营运前,应参照《内河 LNG 燃料动力船舶安全操作指南》编制《内河 LNG 燃料动力船舶安全操作手册》,手册应包含内河 LNG 燃料动力船舶操作、维护、应急等方面的内容。

按照 784 号文的要求,结合《天然气燃料动力船规范》、《内河天然气燃料动力船舶法定检验暂行规定》等相关规范和规定,《内河 LNG 燃料动力船舶安全操作指南》(以下简称《操作指南》)旨在指导内河 LNG 燃料动力船舶营运公司根据公司所属船舶具体情况,编制《内河 LNG 燃料动力船舶安全操作手册》,供船舶安全操作、设备维护和应急处置指导之用。

1.2 编写依据

[1]中国海事局. 内河 LNG 燃料动力船舶安全监督管理规定[Z]. 2014-12-08.

[2]中国船级社. 天然气燃料动力船规范[Z]. 2013-09-01.

[3]中国海事局. 内河天然气燃料动力船舶法定检验暂行规定[Z]. 2013-11-01.

1.3 基本框架

根据本指南编制的《内河 LNG 燃料动力船舶安全操作手册》，是内河 LNG 燃料动力船舶必须随船携带的文书，也是船员日常操作、设备维护和应急处置的纲领性指导文件。

本指南至少包括三个手册（各手册具体内容将在后续章节进行详细介绍）：

- (1)《内河 LNG 燃料动力船舶日常操作手册》；
- (2)《内河 LNG 燃料动力船舶设备维护手册》；
- (3)《内河 LNG 燃料动力船舶应急处置手册》。

1.4 适用范围

本指南是船舶航运公司编制适合内河 LNG 燃料动力船舶安全操作、设备维护和应急处置等三个手册的指导性资料，提供了内河 LNG 燃料动力船舶安全操作的基本框架和要求。

同时，本指南提供了《内河 LNG 燃料动力船舶日常操作手册》、《内河 LNG 燃料动力船舶设备维护手册》和《内河 LNG 燃料动力船舶应急处置手册》三个手册的样本，适用于内河柴油-LNG 混燃动力的船舶。

船舶航运公司在参照样本文件的基础上，应根据公司自身及所属 LNG 燃料动力船舶的特点进行适当调整和完善，编制出符合实际情况的《内河 LNG 燃料动力船舶安全操作手册》，作为船舶必备文书，随船携带。

1.5 名词术语

1. 液化天然气(LNG)

系指经压缩、冷却或专门工艺加工后以液态形式储存在特定容器中的天然气。

2. 压缩天然气(CNG)

系指通过高压压缩储存在气罐中的天然气。

3. 危险性

系指火灾、爆炸、低温和压力可能对船舶造成的破坏和对人员造成的伤害。

4. 燃料围护系统

系指用于储存燃料的装置(含接头),包括主屏壁和次屏壁(如设有时)以及附属的绝热层和屏壁间空间;包括必要时用于支持这些构件的邻接结构。若次屏壁是船体结构的一部分,则它可以是气罐处所的边界。与燃料围护系统有关的主要术语如下:

(1) 气罐

系指船上用于储存天然气燃料(CNG 或 LNG)的容器。气罐可分为薄膜型气罐、半薄膜型气罐、独立气罐(包括 A 型独立气罐、B 型独立气罐、C 型独立气罐)等。

(2) 气罐处所

系指由船舶结构所围蔽、其内部设有燃料围护系统的处所。

(3) 屏壁间空间

系指主屏壁和次屏壁之间的空间。

(4) 气罐连接处所(俗称冷箱)

系指一个内部设有气罐接头和阀件的所有气密处所。该处所可包围全部气罐,当气罐为双壳结构且外壳由耐低温材料制成时,该处所可仅包围部分气罐。

5. 气体危险区域

系指爆炸性气体环境存在或可能出现的数量足以需要对机械和电气设备在结构、安装和适用上采用特别防护的区域。危险区域分:

(1) 0 区:系指持续存在或长时间存在爆炸性气体环境的区域;

(2) 1 区:系指在正常操作情况下可能出现爆炸性气体环境的区域;

(3) 2 区:系指在正常操作情况下不大可能出现爆炸性气体环境的区域,即使出现,也可能仅偶然发生并且存在时间短。

6. 电子控制单元(ECU)

电子控制单元 ECU(Electronic Control Unit)通过采集各种传感器的信号并进行处理,对气体燃料发动机的燃气和燃油系统进行调控。

7. 爆炸下限(LEL)

爆炸下限是可燃气体/蒸气能在空气中发生燃烧爆炸的最低浓度,小于这一浓度便没有足够的可燃气体/蒸气可供燃烧爆炸,燃烧爆炸便不能发生。

8. 气体阀件单元(GVU)处所

系指一个处所或阀箱,其内部设有用于控制或调节气体燃料发动机之前的气体供应的阀件。

9. 围蔽处所

系指在没有机械通风的情况下,通风受到限制且任何爆炸性环境不能被自然驱散的处所。

10. 半围蔽处所

系指受甲板和/或舱壁限制以致其自然通风条件与开敞甲板上的处所有显著差异的处所。

11. 开敞甲板

系指两端开口或一端开口,并通过在舱壁或上部甲板固定开口提供遍及整个长度的充分有效的自然通风的甲板。

12. 起居处所

系指用作公共处所、走廊、盥洗室、居住舱室、办公室、医务室、电影院、游戏娱乐室、理发室、厕所、无烹调设备的配膳室的处所以及类似的处所。

13. 气体安全区域/处所

系指气体危险区域以外的区域或处所。

14. 高压管

系指最高工作压力高于 1MPa 的气体管系。

15. 本质安全型机舱、ESD 防护式机舱和增强安全型机舱

含有天然气燃料动力系统(包括双燃料动力系统)的机器处所分为以下三种类型:

(1)本质安全机器处所:机器处所的布置应使得机器处所在任何情况下(正常和异常情况)均处于气体安全状态。

(2)ESD 防护式机器处所:机器处所的布置使得该处所在正常情况下被认为处于气体安全状态,但在某种异常情况下可能变为气体危险区域。当出现气体燃料泄漏等异常情况时,非合格防爆设备(着火源)和机械应自动关闭,只允许合格防爆型设备和机械运行。

(3)增强安全机器处所:其主要通过加强机器处所通风、增加可燃气体探测覆盖、机器处所内供气管路采用全焊透对接焊等措施增强机器处所的安全水平。

16. 784 号文所述《内河 LNG 燃料动力船舶安全操作指南》,即系指本指南。

17. 784 号文所述《内河 LNG 燃料动力船舶安全操作手册》,系指本指南所

含《内河 LNG 燃料动力船舶日常操作手册》、《内河 LNG 燃料动力船舶设备维护手册》、《内河 LNG 燃料动力船舶应急处置手册》等三个手册的统称。为简便起见,命名为《内河 LNG 燃料动力船舶安全操作手册》。

18. 本指南中“LNG”与《天然气燃料动力船舶规范》、《内河天然气燃料动力船舶法定检验暂行规定》中的“LNG”所指含义相同,均系指 784 号文所述“液化天然气”。

第 2 章 内河 LNG 燃料动力船舶 日常操作手册(样本)

《内河 LNG 燃料动力船舶日常操作手册》对船舶日常的操作及注意事项进行了规定,主要包括:开航前安全检查、发动机启动操作程序、航行中值班与操作要求、LNG 燃料加注程序、除气和惰化程序以及注意事项等六个方面的内容,设备维护方面的内容详见维护手册。其中具体内容如下:

(1)开航前安全检查:分别对内河 LNG 燃料动力船舶开航前驾驶部和轮机部的操作进行了规定;

(2)发动机启动操作程序:进一步对 LNG 燃料动力船舶的发动机的启动操作及相关注意事项进行了规定;

(3)航行中值班与操作要求:对船舶航行中驾驶部燃料切换、轮机部正常值班要求进行规定;

(4)LNG 燃料加注程序:从 LNG 燃料加注前准备、加注作业操作、加注作业后操作及注意事项等方面进行了规定;

(5)除气和惰化程序:主要以说明的形式进行了介绍,此程序基本由气罐生产、修理厂家负责具体实施;

(6)注意事项:对船舶在航行期间和停车过程注意事项进行了规定,并对特殊航段船舶安全航行提出了相关要求。

2.1 开航前安全检查

2.1.1 开航前驾驶部安全检查

(1)船长应提前 24h 将预计开航时间通知轮机长。如停泊不足 24h,应在抵港后立即通知预开航时间。开航时间如有变化,应及时更正。

(2)开航前 1h,驾驶部值班人员应了解航道、水文、气象等情况,通知轮机部人员备车,与轮机部值班人员对时钟、车钟和舵,并对汽笛进行鸣放试验。如发

现异常情况,应及时排除故障,并将情况分别记入《航行日志》和《轮机日志》。

(3)试车前,驾驶部值班人员应开启助航仪器,并根据水域及系泊情况通知机舱试车的倒顺方式及车速大小,开启或显示所需的信号、号型。

(4)驾驶部开航前其他常规检查与普通船舶一致。

2.1.2 开航前轮机部安全检查

轮机部接到驾驶部备车命令后,在开航前做好如下安全检查:

(1)与驾驶部校对时钟、车钟,检查启动舵机并与驾驶部对舵。

(2)启动一台备用发电机并入电网,保证船舶电网容量足够。

(3)检查发动机的燃油、滑油和冷却水系统,启动其相关泵浦,并将其温度和压力调节至正常值。

(4)检查高低温冷却水系统状态(水温、水压正常)。

(5)检查发动机的启动空气系统,将主空气瓶打满,放残。

(6)检查气罐的储液量是否足够,检查气罐有无泄漏或其他异常现象。

(7)查看气体安全监测系统,确认系统处于正常。

(8)确认燃气和燃油的手动阀门已打开,合上双燃料控制柜双联开关,打开控制器电源总开关、LNG 燃料电磁阀电源开关、柴油电磁阀电源开关,将“远程/机旁”开关调至“机旁”位置,准备相关检查工作。

(9)检查供气系统各阀件、管路、接头有无泄漏,各阀件是否正常开启或关闭。

(10)发动机的“柴油-LNG”双燃料系统各控制系统是否正常。

(11)启动机舱顶置式防爆式风机。对机舱进行强力通风不少于 10min(风机至少应达到每小时换气 30 次的通风能力)。

(12)与驾驶部联系,对发动机进行盘车、冲车和试车,检查发动机是否存在异常情况。

(13)当各项准备工作备妥后,选择运行模式,将双燃料选择开关置于“柴油”模式,通知驾驶部备车完毕,等待驾驶部命令。

2.2 发动机启动操作程序

(1)当轮机部接到驾驶部给出的用车指令后,应立即用车钟回答,并且按照