

# 某 700 t 内河纯天然气动力船实船检验探讨

张祖刚<sup>1</sup>, 冯从泉<sup>2</sup>

(1. 南通市地方海事局 局长室, 江苏 南通 226001; 2. 南通市船舶检验局 船检科, 江苏 南通 226001)

**摘要:** LNG 动力船检验是一项融合了质量管理和技术检验的工作。文章描述了 LNG 特性和作为船舶燃料使用的危险性, 并以某 700 t 内河纯天然气动力船检验为例, 分析了检验要求和重要技术节点, 提出检验管理方法和总体思路, 可供省内外各船舶检验机构及验船师借鉴。

**关键词:** 天然气; 动力; 船舶; 检验

中图分类号: U692.7

文献标识码: A

文章编号: 1671-9891(2017)03-0030-04

## 0 引言

随着国家“十二五”规划能源战略的实施, 船舶节能减排和绿色航运被不断推动发展, 天然气作为船舶发动机的燃料也在迅速发展和推广。经过多年探索与实践, LNG 作为绿色能源已经逐渐被水运界所认可, 大量天然气动力船在苏浙沪及长江沿线城市开工建造或者改建, 因此, 该类船舶的图纸审查和检验也就成了船检部门的一项重要工作。本文以某 700 吨级内河天然气动力货船为例, 对该船的检验工作进行研究与探讨, 以供参考。

### 1 某 700 吨级内河天然气动力货船简介

本船为钢质、双机双桨、纯天然气动力船舶, 航区为内河 B、C 级以及京杭运河。船舶总长 44.98 m, 型宽 8.65 m, 型深 3.25 m, 总吨 409 t, 参考载货量 722 t。该船为前驾驶, 艏部设置 5 m<sup>3</sup> LNG 储气罐(C 型独立罐)一只, 气罐设置双冷箱, 机舱采用本质安全型机舱。主机型号为潍柴西港新能源动力有限公司生产的 WP10C210-15NG 型气体发动机, 单机功率为 155 kW。

### 2 液化天然气燃料的危险性

#### 2.1 液化天然气的特性

天然气是存在于地下自然生成的一种可燃气体。其主要成分是甲烷。天然气经过深冷液化, 在 -160℃ 的情况下就变成液体, 成为液化天然气(简称 LNG)。甲烷是无色、无味的气体, 极不易溶于水, 一立方米的甲烷气重量只有同体积空气的 55% 左右, 在一个大气压下, 沸点是 -161℃, 在该沸点下, 液态密度 450 kg/m<sup>3</sup>, 气态密度 0.73 kg/m<sup>3</sup>, 两者相差约 600 倍。空气中甲烷气含量中只要超过 5.0% (爆炸下限) - 14.8% (爆炸上限), 会产生爆炸, 但液化的甲烷不会燃烧, 除非在高压(4-5 MPa)环境中。

#### 2.2 液化天然气的危险性

根据上述特性, LNG 作为燃料在船上储存和使用, 其危险性主要体现为以下四个方面。第一, 当 LNG 泄漏时, 低温液体飞溅到船员皮肤上, 会导致皮肤冻伤, 流落在甲板上会使甲板及结构钢材发生冷脆。第二, 气态天然气遇明火会燃烧引发火灾。第三, 泄漏的气态天然气在机舱或者封闭舱室积聚, 会引起爆炸事故。第四, 储气罐的工作压力约为 1.1 MPa, 发动机供气管路工作压力约为 0.9 MPa, 这些带压力的设备和管线会在某种条件下, 因为某种故障造成对船员或其他设备的伤害。

船检部门对 LNG 动力船检验, 一切出发点和落脚点理应在防止火灾、爆炸、低温和压力可能对船舶造成

收稿日期: 2017-03-28

作者简介: 张祖刚(1960—), 男, 江苏南通人, 南通市地方海事局工程师。

的破坏和对人员造成的伤害。

### 3 检验工作的对策研究

为了防止上述危险的发生,并避免上述危险带来的伤害,船检部门验船师应按照中国海事局认可的现行法规、规范,仔细审图,认真检验,严格把关。当前,LNG动力船检验所依据的技术法规和规范有《内河天然气动力船舶法定检验暂行规定》(2013)、《天然气燃料动力船舶规范》(2013)及新版的《天然气燃料动力船舶规范》(2017)。<sup>[1-3]</sup>

为保证船舶建造质量,在组织检验该700吨级内河天然气动力货船的过程中,注重理论与实际相结合,边检验,边探索,边总结,从多个方面多管齐下,检验管理方法取得了重大创新,船舶建造质量得到了最大限度的保证。

#### 3.1 加强船厂建造管理

业内流行这样一句俗语,“船是由船厂造出来的,不是由船检检出来的”,这充分表明船厂在船舶质量保证方面的绝对重要性。因而,船检部门应该因势利导,针对兼具高附加值和高危险性的LNG动力船,更应加强船厂管理。

为此,船检部门应对新登记船厂进行适检条件评估,对同类船舶进行建造能力评估,对新开工船舶进行开工条件审查。评估的主要内容是:首先,船厂必须有一整套切实可行的质量保证制度。其次,重要建造工艺、焊接工艺必须实用有效,如不锈钢焊接工艺、无损检测工艺、主要设备安装工艺等。第三,船厂施工设施、检测设备检查必须满足LNG动力船舶的建造及检验要求。第四,保证该船建造质量的关键技术环节人员及其资质有效,主要有焊工、技术人员、检验、探伤人员、LNG发动机调试人员、燃烧控制系统设定人员、供气系统操作人员、船舶驾驶人员、船舶试验人员等,这些人员必须娴熟称职,他们之间还要能有效配合。第五,具有LNG船的各种试验基础条件,如倾斜、系泊、航行试验等。第六,天然气加注作业必须安全可靠,码头、程序、操作人员须得到相关部门评估、认可。

#### 3.2 严格船舶图纸审查

船舶图纸是船舶建造检验的第一关,是船厂建造施工的重要依据。船检部门应按照现行规范,对送审图纸作全面的审查,如果图纸不是由同一船检机构审查,还应该对该图纸进行复审。

#### 3.3 系统实施实船检验

为保证检验的完整性,实船检验应从纵横两个方向进行,同时重点检验重要技术节点。LNG动力船危险主要集中在LNG气罐处所、机器处所、充装处所、供气管线(含阀件)以及气体燃料发动机、储气罐、热交换器、电子控制系统(ECU),也就是时常讲的“三点一线,四大部件”。所谓横向检验,就是从各个设备着手,依次检验过去。纵向检验就是从系统入手,从LNG动力船的各个保障系统,逐一摸排。保障系统主要有气体燃料充装系统、气体燃料供应系统、冷箱和双壁管通风系统、机舱通风系统、可燃气体探测系统、气罐和供气管压力释放系统、发动机排气管扫除系统、气体泄漏点检查、燃料安全与控制系统。

从系统的角度,消除危险区域的着火源,防止和及时发现天然气泄漏是保证天然气动力船安全的关键。因而,检验时还应重点关注以下几个重要技术节点的检验。

(1)LNG汽化系统的检验。如用发动机内循环水作为汽化器的热源,则有可能破坏本质安全型机舱环境。700 t天然气动力船主机内循环水沿水管离开机舱,经过气罐连接处所进入汽化器后,仍然流回机器处所。如果汽化器因为老化或者某种其他的原因导致损坏,天然气就可能沿借冷却水管路进入机器处所。主机淡水泵、管路接头、膨胀水箱都会成为漏气点,机舱本质安全型就立即不存在了。鉴于该船施工进度较快,而且为批量建造,为了避免造成浪费和大量返工,船厂采取了弥补措施。首先,在淡水泵进水管路上设置了气水分离器;其次将所有管路接头和膨胀水箱加水口做成水密,并采取了防漏措施。第三,在重力水箱透气孔处设置防爆可燃气体探头,以便即时探测到泄漏气体。建议新设计船舶采用二级换热方式,这种方式能完全防范天然气进入机器处所,如图1所示。

(2)可燃气体探测器安装位置的检验。可燃气体探测器安装位置可能会影响灵敏度。当天然气泄漏时,可燃气体探测器是防止事故发生的重要检测工具。安装位置优劣决定了它能否在第一时间检测到可燃气

体。本船是本质安全型机舱,可燃气体探测器安装的位置和数量如表 1 所示。

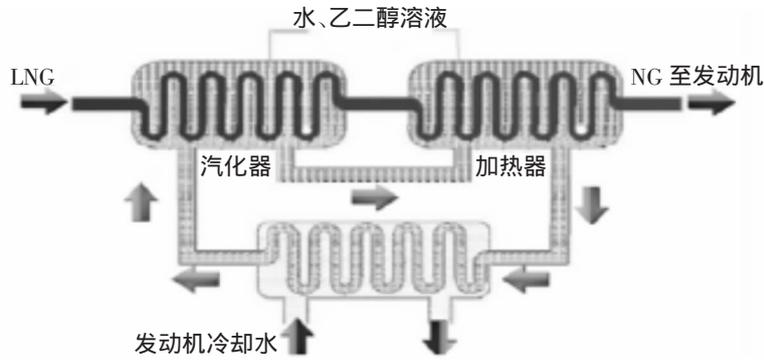


图 1 二级换热方式

表 1 可燃气体探测器安装位置与数量

位置	气罐上方	双冷箱	两路双壁管	主辅机上方	重力水箱
数量	1	共 2	共 2	共 3	1

因为天然气比重小于空气,因而在安装可燃气体探测器时,一定要注意探测器进气口高于可能的泄漏源,如在透气孔处设置的探测器,由于舱内顶棚结构的限制,探测器进气口安装位置往往低于透气口,这大大降低了可燃气体探测的灵敏度。另外,本船发动机采取低压气体通过发动机空气进气总管进气缸,按规定发动机进气总管的上方应设一个气体探测器。

(3)排气管防爆能力的检验。《内河天然气动力船舶法定检验暂行规定》(2013)规定,气体燃料发动机排气管应安装防爆安全阀或其他防爆设备,其尺寸应足以防止未燃烧的可燃气体在排气管中引起爆炸后带来的严重损坏,除非有资料证明该系统的强度足以承受最恶劣情况下的爆炸。该船原先设计图纸上并没有设置防爆阀,不满足上述规定。但是通过协商,船厂与设计公司会同主机厂技术人员通过计算证明,排气管的强度足以承受最恶劣情况下的爆炸。

(4)危险区域内电气设备的检验。为便于选择适当的电气设备和设计合适的电气装置,将危险区域分为 0 区、1 区和 2 区。在检验中应充分认清各危险区域影响的空间,完工后,全面检查危险区域附近的电气设备,凡在危险区域之内,则应使用适用的防爆电气设备。

值得注意的是,船舶开航时,在主机排气管出口及燃气发动机曲轴箱透气口均检测到可燃气体,特别是后者,测到大量的可燃气体。按规定,内含气体燃料的管路内部属于 0 区,而气体和蒸气出口 3 m 以内的区域属于 1 区,而后再以此外延 1.5 m 为 2 区。因此,要特别关注检查该区域内的电气设备和装置的适用性,以保证绝对安全。

(5)本质安全机舱的总体验检。所谓本质安全型机舱,就是指机器处所的布置应使得该处所在任何情况下均处于安全状态。本着这一原则,应在完工时沿着燃气供应系统,全面检查各设备和管路,确保没有天然气泄露的可能。

(6)操作手册的审核。操作手册是船舶设计单位及船舶厂技术人员编制的,用来指导 LNG 动力船舶操作过程的指导性文件,是 LNG 各个工作系统操作要求的汇总,更是技术人员在船舶安装、调试、驾驶过程中各种经验的总结,体现了管理者和技术人员对作业过程的要求,也是操作过程规范化的保证。船检规范明确要求验船师审核操作手册,并将它作为完工图纸的内容之一,因此,验船师应认真审核操作手册,使之完整有效。在 700 t 内河纯天然气动力船舶船检中,采取对设备的横向检验和对 LNG 各保障系统的纵向检验,并对重点技术节点进行把关,能有效地防止天然气泄漏、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 结束语

通过以上分析不难看出,LNG 动力船检验是一项融合了质量管理和技术检验的工作,既要船检部门从总体上加强对船厂的质量管理,同时又要审图人员、船检人员在理论上掌握法规、规范,在检验实践中做到

耐心细致,明察秋毫,这也是做好 LNG 动力船检验工作的总体思路。LNG 动力船舶是个新生事物,兼具高附加值和高危险性,船检机构在对该类船舶检验中,应采取加强船厂建造管理检查、严格船舶图纸审查、系统实施实船检验等措施,加倍认真仔细,严格把关,确保船舶建造质量,在现行规范、法规和技术认知下充分保障船舶和人命财产安全。

#### 参考文献:

- [1]中华人民共和国海事局.内河天然气燃料动力船舶法定检验暂行规定[S].北京:人民交通出版社,2013.
- [2]中国船级社.天然气燃料动力船舶规范[S].北京:人民交通出版社,2013.
- [3]中国船级社.天然气燃料动力船舶规范[S].北京:人民交通出版社,2017.

## Exploratory Discussion on Ship Survey of a 700t Inland River Ship Powered by Pure Natural Gas

ZHANG Zu-gang<sup>1</sup>, FENG Cong-quan<sup>2</sup>

(1. Director's Office, Nantong Local Maritime Safety Administration, Nantong 226001, China;

2. Ship Survey Division, Register of Shipping of Nantong, Nantong 226001, China)

**Abstract:** The survey of a LNG-powered ship combines quality management and technical inspection. The article describes the characteristics of LNG and the risk of using it as fuel for ships, and taking the survey of a 700-ton class inland river pure natural gas ship as an example, it analyzes the requirements for the survey as well as important technical details, and offers the method of survey management and general ideas, all of which provide reference for ship survey institutions and ship surveyors.

**Key words:** Natural gas; Power; Ship; Survey

(上接第 20 页)

#### 参考文献:

- [1]吴作凤.新会计准则中资产减值的确认与计量问题探讨[J].中国管理信息化,2008(16):49-51.
- [2]王洪涛.无形资产减值准备纳税调整问题的探讨[J].经济论坛,2005(18):119-120.
- [3]汪丽颖.浅论现行财务报告局限性及建构走向展望[J].财经问题研究,2003(7):59-61.

## Research on Impairment Provision of Listed Companies' Intangible Assets

LU Lu, SUN Xiao-ping, GU Yu-ping

(Dept. of Management and Information, Nantong Vocational & Technical Shipping College,  
Nantong 226010, China)

**Abstract:** With the immobilization of the depreciation of fixed assets, listed companies gradually pay more attention to intangible assets and the provision for impairment. This article studies the similarities and differences between the old and new standards for intangible assets, analyzes the problems arising from the impairment of listed companies' intangible assets as well as puts forward the solutions to optimize its accounting.

**Key words:** Listed companies; Intangible assets; Old and new standards