

美国 LNG 项目安全法规标准及其启示

王健敏^{1,2} 皇甫立霞¹ 郭开华¹

1.中山大学工学院 2.仲恺农业工程学院机电工程学院

王健敏等.美国 LNG 项目安全法规标准及其启示.天然气工业,2011,31(6):111-114.

摘 要 NFPA 59A 是美国 LNG 终端设计、施工、储运领域主要的防火安全标准,在国际上得到高度认可并被广泛使用。我国已将 NFPA 59A 等同转化为推荐性国家标准,但在使用中出现了其应用结果与我国 LNG 强制性标准规定不一致、不被认可以及其指导作用不充分等困惑。因此,从追溯 NFPA 59A 的制定依据、引用标准以及它们的关系入手,研究了美国 LNG 项目设计、施工、运行的安全标准体系及其作用途径,以期为中国建立科学、有效的 LNG 项目安全标准体系提供借鉴。研究表明,美国通过法律、法规、标准 3 个层次分别对与 LNG 相关的各类管理、经营、技术人员的工作行为和工作程序分类进行了严格规范,组成统一、科学、完整的安全保障规范体系,对 NFPA 59A 形成有力支撑。一方面,美国通过法规 49CFR193 的引用赋予自愿性标准 NFPA 59A 具有强制执行效力;另一方面,NFPA 59A 通过引用大量通用技术标准和科学计算方法来丰富其内容,为 LNG 项目安全提供较全面的保障;因此单独、直接转化 NFPA 59A 为推荐性标准会削弱和缩小其原有的作用。

关键词 LNG 设计 施工 安全 法律 法规 标准 美国

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2011.06.024

中国 LNG 工业飞速发展,急需建立较完善的标准和规范来保证 LNG 项目的安全和可持续发展。我国目前用于规范 LNG 项目选址、设计、施工的强制性标准只有 GB 50183 中的第 10 章,显然不能满足需要。美国现行的标准体系是自愿、开放的,看似非常分散^[1]、杂乱,缺乏强制性,LNG 专用标准只有寥寥几部,但美国 LNG 终端自愿性安全技术标准《NFPA 59A LNG 生产、储存和装运》(简称 NFPA 59A)在国际上得到高度认可并被广泛使用。中国也已将 NFPA 59A—2001 等同转化为我国推荐性国家标准 GB/T 20368—2006,但其指导作用仍不够充分。因此,本文从追溯 NFPA 59A 的制定依据、引用标准以及它们的关系入手,研究 NFPA 59A 在美国的作用途径,期为 NFPA 59A 在我国充分发挥作用,推动我国建立完善、有效的 LNG 项目标准提供借鉴。

1 美国 LNG 项目设计施工法律与法规

美国政府一般不制定标准,政府通过基本法律和法规来对标准化活动进行规范,监督国家标准的制定^[1]。美国通过立法和政府制定最低安全标准(法规)对 LNG 项目的安全实施强有力的政府监管。

1.1 美国 LNG 项目设计施工的法律

美国没有一部专门关于液化天然气的法典。但美国法典第 49 主题(简称 49USC)“运输”的 5103、60102、60103、60104、60108、60109、60110、60113、60118 节(以下简称 LNG 相关节)是美国制定 LNG 岸上项目选址、设计、施工专门法规 49CFR193 的依据^[2]。美国国会众议院法律修订委员会将国会通过的联邦法律中涉及运输服务领域的全部条款分解后重新编排形成美国法典 49USC。

49USC 以行政、组织、监督、职责、职权、程序、制

基金项目:中山大学-BP 液化天然气中心资助项目(编号:99103-9390001),广东省教育厅液化天然气与低温技术重点实验室资助项目(编号:39000-3211101)。

作者简介:王健敏,女,1966 年生,教授,中山大学博士研究生;1991 年毕业于华南理工大学并获工学硕士,现主要从事液化天然气项目安全法规标准的比较研究工作。地址:(510225)广东省广州市海珠区仲恺路 501 号仲恺农业工程学院机电工程学院。电话:(020)89002100。E-mail:sinotechwj@163.com

度、财政补贴、资格、处罚、安全要求等内容为主,提出基本要求,泛而不细。

49USC 中 60103 节“液化天然气管道设施标准”要求,交通运输部长必须规定或指定 LNG 岸上设施选址、设计、施工、验收检测、操作维修方面最低要求的安全标准,以及提出规定这些最低安全标准时应考虑的问题;规定标准的生效时间和适用范围。

49USC 其余与 LNG 相关节的内容主要针对天然气管道、管路设施和危险液体设施,也适用于 LNG 岸上设施。主要内容包括:运输部和国土安全部分别是规定 LNG 管输设施法规和 LNG 岸边设施法规的部门,部长是相应 LNG 设施安全的第一责任人,确定了 LNG 项目特定情况下的安全监管部门和协管部门;要求运输部长应指定有害物质,规定安全运输法规以及规定管道输送和管道设施的最低安全标准、公众安全计划要求、设施运营信息标准、管路库存标准,进行风险分析和规定诚信管理程序;运输部长应对天然气管线分布运营者提出规定标准的要求,应给予利益相关者陈述意见的机会等;规定运输部长在开展上述工作时应考虑的因素和事情。同时,要求经营者制订天然气或危险液体管道设施的检查和维修书面计划,提出对拥有或经营管道设施者的一般要求,规定经营者应遵守的事项。49USC 还提出了相关行政机构、管理部门及其人员的基本职责、工作程序和工作内容要求,如哪些情况必须公告,明确公告的内容和时间;哪些工作需要报告,明确报告的内容和时间间隔;哪些方面必须选择安全标准,选择标准时应考虑的因素等。

1.2 美国 LNG 项目设计施工的联邦法规

美国联邦法规记载于《Code of Federal Regulations》(简称 CFR)。CFR 中有两部与 LNG 项目设计、施工相关的专门法规,分别是美国运输部依据法典 49USC60103 要求制定并发布的第 49 主题 Transportation(交通)第 193 辑(简称 49CFR193)“LNG 设施:联邦安全标准”^[3]和由国土安全部发布的第 33 主题第 127 辑(简称 33CFR127)“处理 LNG 和 LHG(液化危险气体)的岸边设施”^[4]。

1.2.1 49CFR193

49CFR193“LNG 设施:联邦安全标准”分 A~J 10 个子辑,分别为总则、选址要求、设计、施工、设备、操作运行、维护、人员资格和培训、防火、保安。其中选址、操作、维护、人员资格和培训、防火、保安等子辑的内容较详细。与安全相关部分是重点内容,如热辐射保护、易燃蒸气扩散、风压、拦蓄系统设计、控制中心和动力源的安全要求、操作程序、紧急应变程序、转运程

序、腐蚀控制、各系统(辅助电源、软管、控制系统、支持系统、防腐装置)定期检测的内容和时间间隔等,主要采纳了美国标准 NFPA 59A 2001 版的内容^[3]。

1.2.2 33CFR127

33CFR127“处理 LNG 和 LHG 的岸边设施”共分为以下 3 个子辑:

1)“A 子辑总则”是通用原则,除定义外,规定了处理 LNG 或处理 LHG 的岸边设施运输操作前的基本程序和内容,规定了经营者和管理者的职责和要求,相关利益人的权利与程序等。

2)“B 子辑处理 LNG 的岸边设施”分 7 个部分,分别是设计与施工、设备、操作、维护、人员培训、保安、消防。其中“操作”和“消防”部分内容较详细,其余内容较简略。B 子辑主要规定了码头基础、电力系统、照明系统、通信系统等基本设施和消防主系统、监测与警报系统、手册等安保设施的基本要求,规定了一些基本内容,如员工培训内容,操作手册和应急手册必须包含的内容,初步检查的内容等;还规定了经营者和运输操作负责人的基本安全职责、要求及应确保的事项。

3)“C 子辑处理 LHG 的岸边设施”不适用于 LNG 设施。

2 美国 LNG 项目设计施工标准

2.1 LNG 专门标准

美国专门关于 LNG 的国家标准不多,仅有 6 项:

1)ANSI/API 2530 第 1 部分:石油测量标准手册,第 14 章第 1 节。

2)ANSI/API 2530 第 2 部分:安装要求和规范。

3)ANSI/API 2530 第 3 部分:天然气应用。

4)ASTM D4784 LNG 密度的计算方法。

5)NFPA 57 LNG 汽车燃料系统。

6)NFPA 59A LNG 生产、储存和装运。

前 4 项涉及 LNG 计量,后两项涉及 LNG 安全。

2.2 NFPA 59A

2.2.1 NFPA 59A—2001^[5]的内容与结构

NFPA 59A 由美国消防协会制定,是世界各国 LNG 项目最常采用的 LNG 安全标准之一。NFPA 59A 旨在通过严格规范 LNG 项目各部分设施的设计、安装、检验、操作,以防止 LNG 设施和系统出现 LNG 泄漏,并控制万一泄漏而造成的后果。核心内容是溢出和泄漏控制,以及防范泄漏引起危险的基本要求和安全措施。属于防火与公共安全标准。

NFPA 59A 以 LNG 生产、储运站场及其设施为对象,引用并串接了 LNG 项目各设施的设计、安装和

安全运行时应遵循或参考的74项相关通用技术标准或规范(引用文献),提出了防范危险的基本要求和最低指标,并补充、增加了这些通用技术标准和规范中没有涉及的、关于LNG特殊或专用的防泄漏、防火安全的基本要求、安全措施和危险评估方法等最低安全标准。

LNG设施中LNG储罐的危险性最大,因而,NFPA 59A有关LNG储罐、防火、安全和保安、操作维护和人员培训的内容最详细。除列出储罐、管道及组件应遵循的相关通用标准要求外,还详细说明LNG储罐和管道在设计、施工材料、安装、连接等方面的补充要求和安全措施;在操作、维护以及安全方面人员培训的基本要求及最低标准。而其他工艺设备、气化设施、仪表及电气设备的泄漏危险相对储罐要小,因此对非LNG专用设备、设施只要求符合各自相关标准,附加安全措施的内容相对较少。

2.2.2 NFAP 59A 引用的通用标准

NFAP 59A引用了来自10个协会、2个研究所和1个政府部门(运输部)共13个单位的74项技术标准与安全文件。除49CFR193外,其余73个为通用技术标准,由10个协会和2个研究所出版,可见民间组织尤其是行业协会(学会)是制定美国国家技术标准的主力。NFAP 59A引用的通用技术标准主要涉及储罐、管道及组件、消防设备的设计、选用材料、施工、检验、试压、标记和试验,以及热辐射和蒸气云扩散禁区计算模型等方面。

3 美国 LNG 法规与标准的比较与分析

3.1 49CFR193 与 NFAP59A 的差异

49CFR193与NFAP 59A的目的和规范方面相近,都提出LNG岸上站场和设施最低安全要求,以及禁止做的事情和必须要做的工作。但两者又有一些区别:

1)规范对象不同:49CFR193侧重规范经营者经营要求、职责、基本管理制度、工作程序和要求。NFAP 59A侧重规范LNG站场和LNG设施设计、安装、操作人员的技术和安全要求。

2)要求侧重不同:49CFR193具体条款中更多是提出安全保障程序性要求。NFAP 59A侧重安全措施和安全技术要求,明确规定具体安全数据或公式。

3)涉及层面不同:49CFR193涉及面广、宏观,不涉及具体材料、工艺要求、仪表要求、具体设备的设计和施工,基本要求也更宏观。NFPA 59A重点是LNG具体设施的设计与施工,提出的措施和要求更细、更

具体。

4)效力不同:联邦安全标准49CFR193由政府部门以法规形式发布,必须严格遵照执行;NFAP 59A是国家标准,各企业和有关人员可自愿参照。

3.2 49CFR193 与 NFAP 59A 的联系

1)49CFR193大量引用NFAP 59A—2001关于LNG设施选址、设计、施工、操作、防火的条款,使自愿性标准NFPA 59A的选址、设计、施工、设备、防火要求成为49CFR193的规范性补充要求,具有强制性,其内容包括:①LNG设施的选址、设计、安装、操作是LNG项目安全的重要环节,LNG设备的选址、设计、施工中的防泄漏、防火安全是NFAP 59A的重点和最详细部分,49CFR193的B、C、D、E子辑就LNG设施的选址、设计、施工、设备等内容对其引用并作出要求,从而使NFPA 59A相关内容成为必须强制遵守的法规条款;②NFAP 59A—2001的第9节“防火、安全和保安”除9.8“保安”以外的全部条款,被引用成为49CFR193“子辑I防火”的全部内容。

2)49CFR193有关人员资格和培训、保安、操作等内容被NFAP 59A引用参照:①49CFR193的“人员资格和培训”、“保安”两节全文分别列为NFAP 59A资料性附录D和附录C;②49CFR193“操作”和“维护”中部分条款与NFAP 59A中对应节的条款相同或相似,NFAP 59A操作维护和人员培训中近半条款是49CFR193中相同的条款,主要是操作程序(手册内容)、应急程序、操作前必须检查的内容、定期检测内容和间隔要求,此外,49CFR193多了“维护程序、分离和净化、测试传输软管、检查液化天然气储存罐、腐蚀控制”等内容,而NFAP 59A则多了一些其他安全措施和要求。

3)对于LNG拦蓄区到建筑红线距离的确定,49CFR193和NFAP 59A都采用了美国气体研究所的热辐射和蒸气扩散禁区计算模型。

可见,LNG项目的设计与管理必须遵循49CFR193;LNG设施的安全设计、施工与维护在遵循49CFR193后,具体措施、方法、工艺、参数等均要求采用NFAP 59A的相关条款。

3.3 33CFR127 与 49CFR193、NFAP 59A 的比较

33CFR127与49CFR193规范的领域和对象不同,分别适用于岸边和岸上处理LNG的设施。49CFR193涉及LNG站场及设备,适用于岸边LNG站场的陆上设施。33CFR127只针对海上和岸边专用设施,如海上照明、码头基础、船岸间通信等。33CFR127同样通过引用NFAP 59A的相关条款使

NFAP 59A 中部分自愿性要求变为法规强制性安全要求。

值得注意的是美国联邦法规 49CFR193 和 33CFR127 当时所引用的分别是 NFAP 59A 的 2001 版本和 1994 版本,这些法规目前在美国仍然适用。因此,此后 NFPA 59A 的修订版(如最新的 2009 版^[6])中的修订或增补内容在法律上尚不具强制性,如有与法规相抵触的修订应以法规为准^[7]。

4 思考与借鉴

1)美国有专门机构分别对法律、法规按行业归纳、分类,形成权威的法典、法规书册,针对性、适用性强,使用者易于查阅与使用。

2)美国对 LNG 这类可能危及公共安全的项目通过法律、法规、国家标准 3 个层次,分别对 LNG 相关管理者、经营者、工程设计施工操作者(统称 LNG 项目相关人)的行为和工作进行规范。政府依法行使安全指导和监管职权与职责,政府依法制定的最低安全标准以法规形式发挥着强有力的规范效力,自愿性技术标准的作用通过被法规引用而大大加强。法律、法规、国家标准 3 者层次分明,关系明确、密切而又互相套叠,LNG 项目各环节的管理主体明确,职责、程序清楚,从宏观到微观、从管理制度到技术措施,全面进行安全规范,对 LNG 项目安全形成完整、统一、严谨、协调、科学的安全保障规范体系,保障公共安全。

3)美国注重人的行为和工作程序对安全的保障作用。通过严格规范 LNG 项目相关人员的资格、职责和行为来避免 LNG 项目的风险和危害,保障公共安全。以法规形式要求相关人员在 LNG 设施的选址、设计、安装、操作、维护各环节中,周详考虑各种风险和影响因素,必须考虑安全防范措施和制定操作和应急预案,确保安全。而对 LNG 项目具体采用的安全技术与管理措施则以标准的形式进行要求,使相关人员有较大的选择范围和灵活性,留有随科研发展应用先进技术的余地。

4)美国 LNG 项目的专门法规与国家标准均以保障公共安全为宗旨,规定最低要求的安全标准。技术型标准则采用自愿原则,且 LNG 专用技术标准极少,大量采用通用技术标准。

5)美国 LNG 专用安全标准 NFPA 59A 以防火、消防安全为主线,参考、引用了 73 项其他非 LNG 专

用技术标准(条款)和研究报告,使大量通用技术标准科学、协调、统一地为 LNG 项目所用,补充、完善了 LNG 设施的设计、安装、操作、维护等的安全技术和要求,为 LNG 项目安全提供较全面的保障,并在被联邦法规引用后,具有相对应的强制性。我国单独、直接转化 NFPA 59A 为推荐性国家标准削弱和缩小了其原有的作用。

可见,美国 LNG 安全法规和标准不仅其内容和技术措施,而且其体系结构及其相互关系,尤其是其作用途径均值得我们借鉴。

参 考 文 献

- [1] 王健敏,皇甫立霞,郭开华.国外经验对我国标准化建设的启示[J].科技管理研究,2010(20):161-164.
- [2] The Office of the Law Revision Counsel of the U.S. House of Representatives. U.S. Code Title 49: Transportation [EB/OL]. US GPO, (2007-01-03) [2011-02-28]. <http://www.gpoaccess.gov/uscode/browse.html>.
- [3] Department of Transportation. CFR Title 49 Part 193-Liquefied natural gas facilities: federal safety standards [EB/OL]. US GPO, (2009-01-16) [2009-04-02]. http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&tpl=/ecfrbrowse/Title49/49cfr190_main_02.tpl.
- [4] Department of Homeland Security. CFR Title 33 Part 127-Waterfront facilities handling liquefied natural gas and liquefied hazardous gas [EB/OL]. US GPO, (2009-01-16) [2009-04-02]. http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&tpl=/ecfrbrowse/Title33/33cfr127_main_02.tpl.
- [5] Technical Committee on Liquefied Natural Gas. NFPA 59A: 2001 Standard for the production, storage, and handling of liquefied natural gas (LNG) [S]. Quincy, USA: National Fire Protection Association, 2001.
- [6] Technical Committee on Liquefied Natural Gas. NFPA 59A: 2009 Standard for the production, storage and handling of liquefied natural gas (LNG) [S]. Quincy, USA: National Fire Protection Association, 2009.
- [7] RAJ PHANI K, LEMOFF THEODORE. Risk analysis based LNG facility siting standard in NFPA 59A [J]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2009 (22): 820-829.

(收稿日期 2011-01-28 编辑 赵 勤)