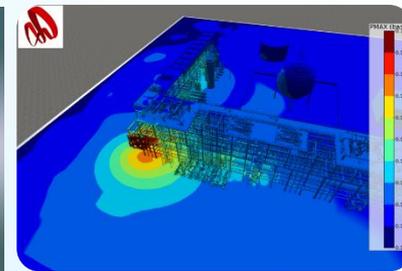
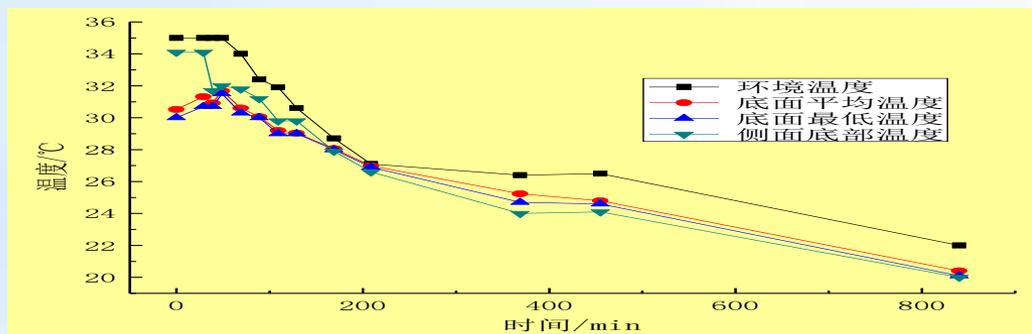


LNG供应链安全与定量风险评估



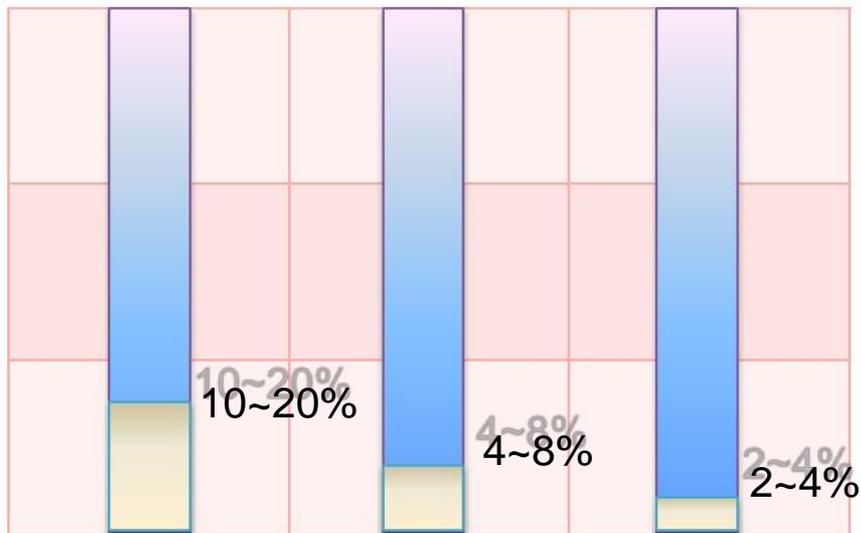
目录

Agenda

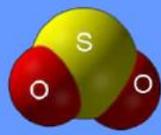
1. 为什么越来越多使用LNG
2. LNG 水上供应链的形成
3. LNG供应链的安全风险
4. 如何防范水上LNG运输安全风险



一、为什么越来越多使用LNG—环保的要求和期望



NOx



SOx



CO2

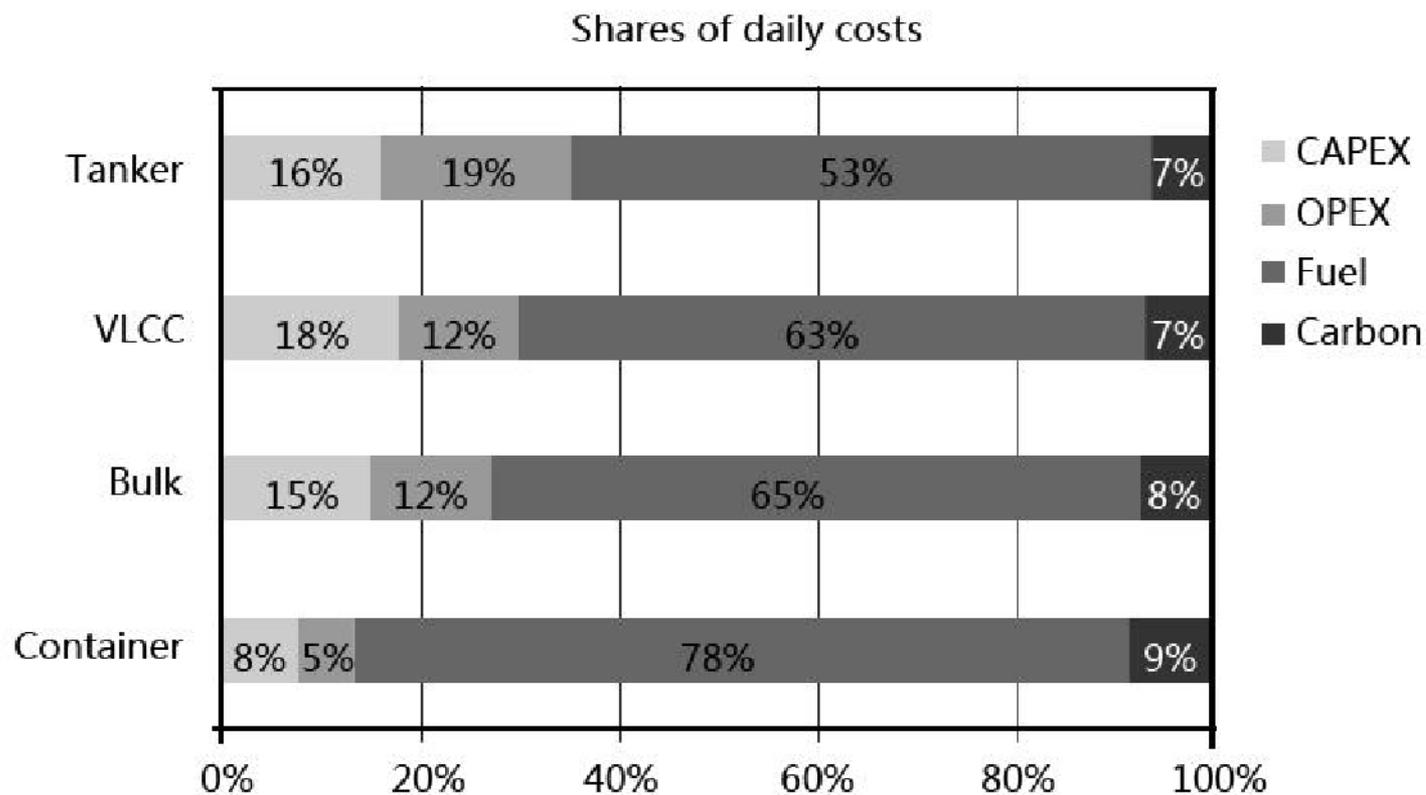


现有ECA：波罗的海、北海、美国海岸、夏威夷、加勒比海；
 计划ECA：地中海、东京湾、新加坡、香港、韩国、澳大利亚、黑海。

Source: MAN

Using LNG as fuel is considered as the most promising.

一、为什么越来越多使用LNG—经济性



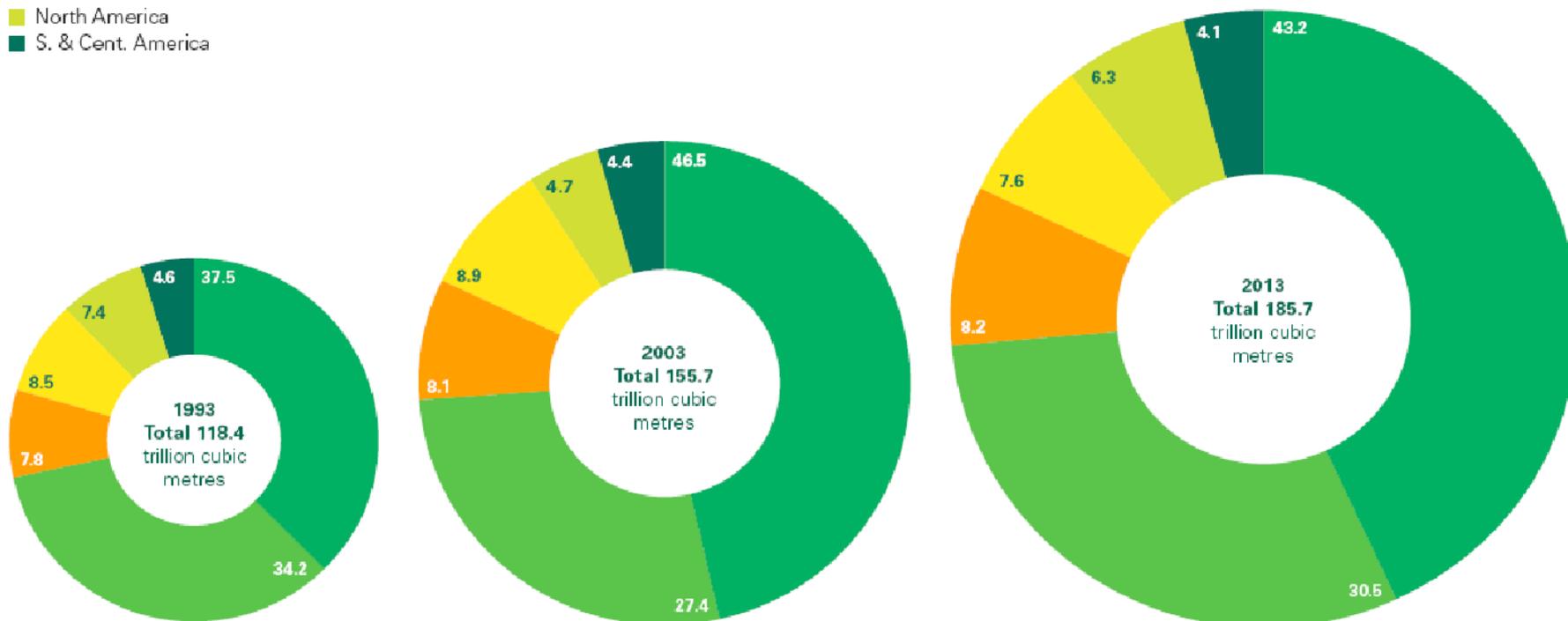
Source: PriceWaterhouseCoopers and US Energy Information Administration

一、为什么越来越多使用LNG—发展的可持续性

Distribution of proved reserves in 1993, 2003 and 2013

Percentage

- Middle East
- Europe & Eurasia
- Asia Pacific
- Africa
- North America
- S. & Cent. America



Source: BP

一、为什么越来越多使用LNG——最现实的替代燃料

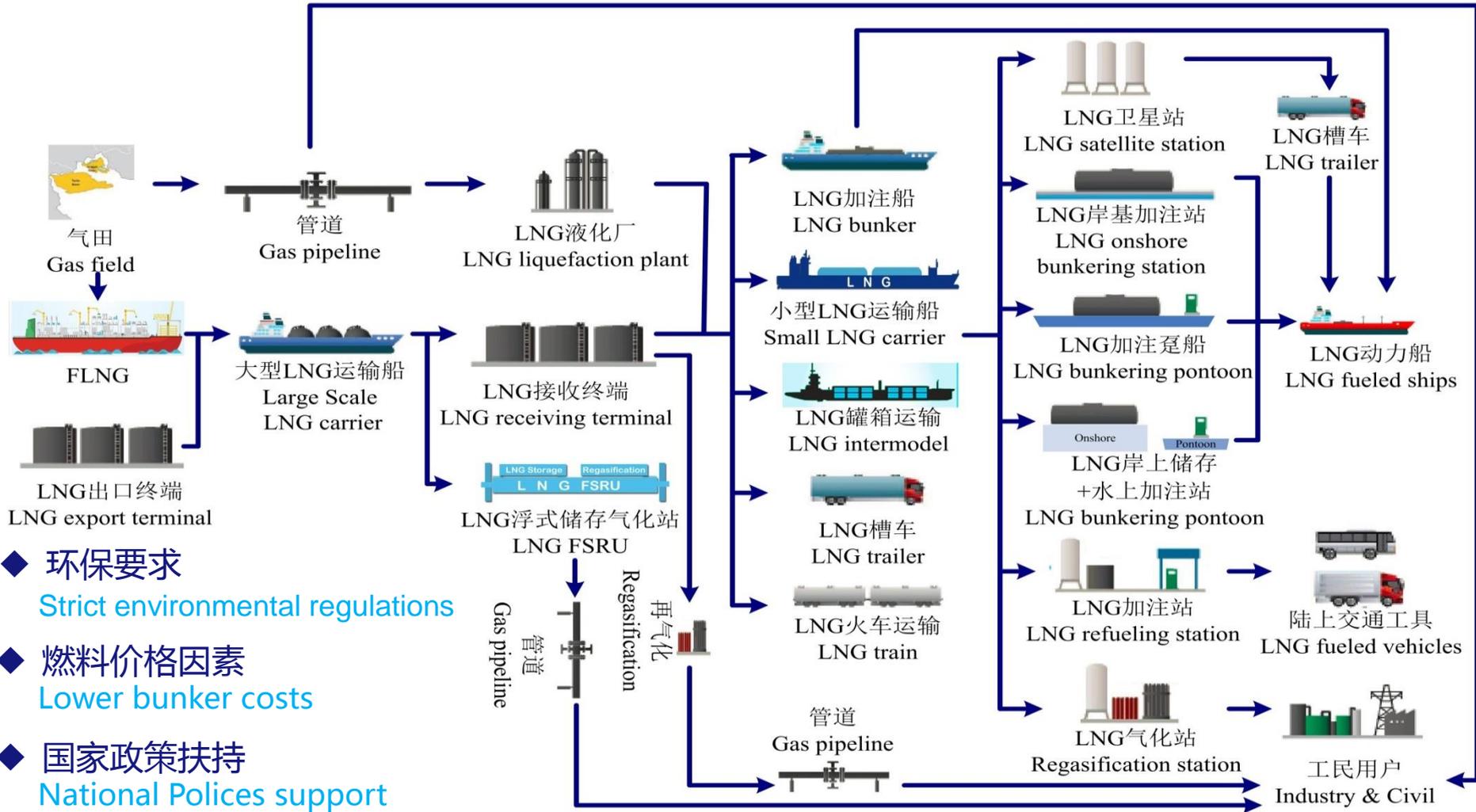
- **LNG**可显著改善气体排放，以及其经济性、储藏量、相对安全性，是目前最为可行的替代燃料；
- 未来**LNG**在船舶领域的使用会逐步增加；
- 船舶燃料经历了从固态燃料到液态燃料的演进，**LNG**或可成为从石化能源走向生物能源的过渡产品

二、LNG水上供应链形成



二、LNG水上供应链形成

Waterborne LNG supply chain has been formed



- ◆ 环保要求
Strict environmental regulations
- ◆ 燃料价格因素
Lower bunker costs
- ◆ 国家政策扶持
National Polices support

CCS为您提供水上LNG供应链解决方案
Provides solution for waterborne LNG chain

三、LNG供应链上的安全风险——举例——**骤冷对材料的破坏**



深冷/Cryogenic

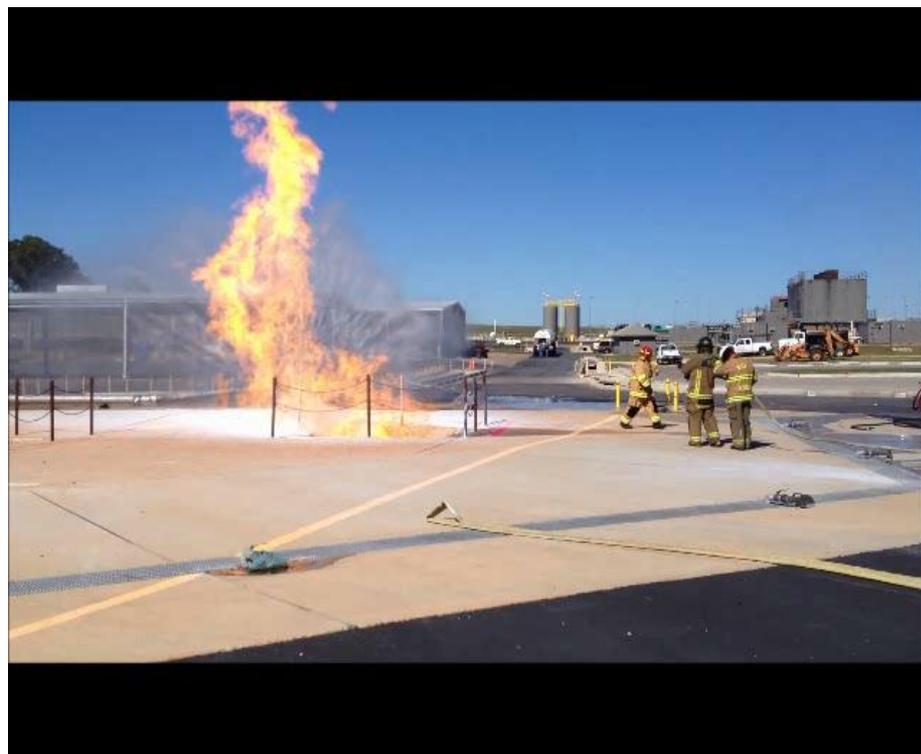


重气扩散/Heavy Gas Dispersion

三、LNG供应链上的安全风险——举例——**泄漏后燃爆**



闪火/Fire



池火/Pool Fire

三、LNG供应链上的安全风险——举例——**泄漏后燃爆**



封闭空间内的爆炸/Explosion



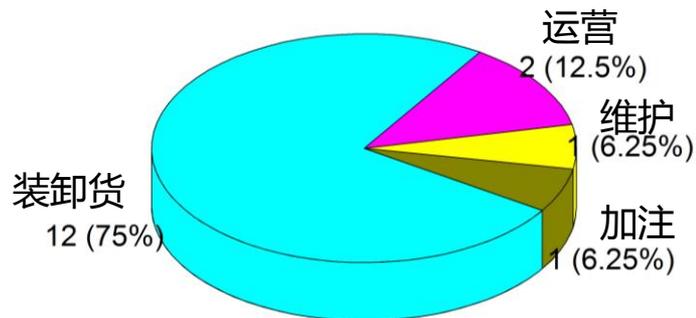
快速相变爆炸/RPT

三、LNG供应链上的安全风险——与LNG特性有关的LNG事故记录

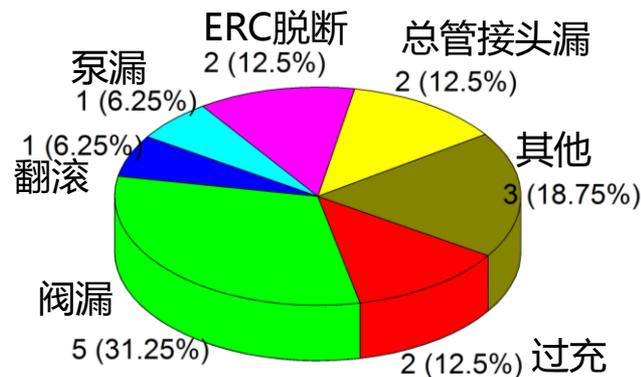
时间	船名或站名	船或站的状态	事故描述
1965	Jules Verne 	装货	过充泄漏导致储罐外壳和甲板断裂
1965	Methane Princess 	卸货后脱离	阀泄漏，甲板断裂
1971	Esso Brega 	卸货	LNG翻滚，形成蒸气云，未引燃
1974	Massachusetts 	装货	阀泄漏，甲板断裂
1977	LNG Aquarius 	装货	过充泄漏
1979	Mostefa BenBoulaid 	卸货	阀泄漏，甲板断裂
1979	Pollenger 	卸货	阀泄漏，储罐外壳断裂
1979	美国Cove Point站 	运营	LNG从泵舱泄漏，进入变电站，爆炸
1985	Isabella 	卸货	阀泄漏，甲板断裂
1993	印尼液化厂 	维护	LNG进入地下泄水管，发生RPT
2004	阿尔及利亚Skikda站 	运营	锅炉爆炸引发LNG爆炸
2009	英South Hook站 	卸货	ERC脱离，10L泄漏
2010	法Montoir de Bretagne 	卸货	总管破坏泄漏
2010	澳Withnell Bay工厂 	装货	2000~4000L泄漏至船上，导致深冷破坏
2011	韩Pyeongtaek站 	卸货	ERC发生少量泄漏
2014	挪Bergensfjord(LNG动力船) 	加注	LNG动力船加注总管接头位置的快接接头处发生泄漏。LNG泄漏量有大约130kg，被承接盘承接。

三、LNG供应链上的安全风险——与LNG特性有关的LNG事故记录

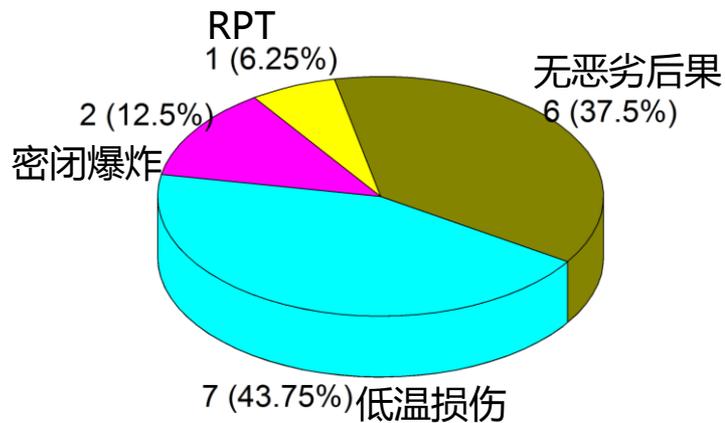
Record of LNG accidents



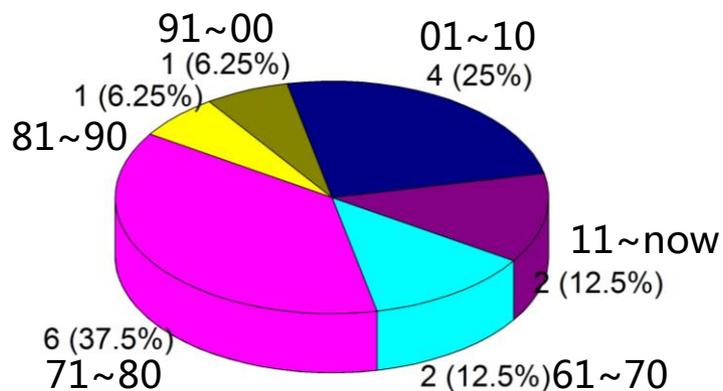
事故时状态/state when accident occur



事故起因/cause of accident



事故后果/consequences



事故的年代/years of accidents

三、LNG供应链上的安全风险——技术复杂性——LNG作为船舶燃料

- LNG由于超低温储存环境(-162° C)，容易造成对材料深冷破坏、人体伤害、快速相变爆炸
- LNG蒸汽有高燃爆特性
- 安全风险 贯穿LNG产业链所有环节
- 解决船上LNG安全问题具有技术复杂性

Bunker



• safety control

四、如何防范水上LNG运输安全风险——安全规范 + 安全评估

◆ 经验认知：对于LNG的风险防范，需要从供应链全面考虑考虑

◆ HARZOP

Hazard and Operability Analysis

操作危害性分析技术

全面定性分析 风险源识别 头脑风暴 强制

◆ QRA

Quantitative Risk Assessment

定量分析技术

特定领域 过程定量分析 数据库支持

◆ RBI

Risk Based Inspection

基于风险的检测分析技术

设备生命周期和检测手段，动态管理

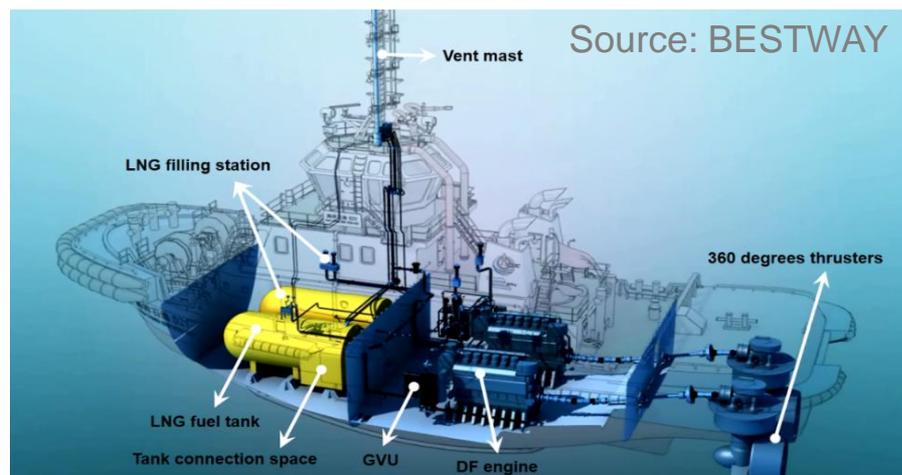
四、如何防范水上LNG运输安全风险——安全评估

船舶的移动特性，有
关船舶的LNG风险评估



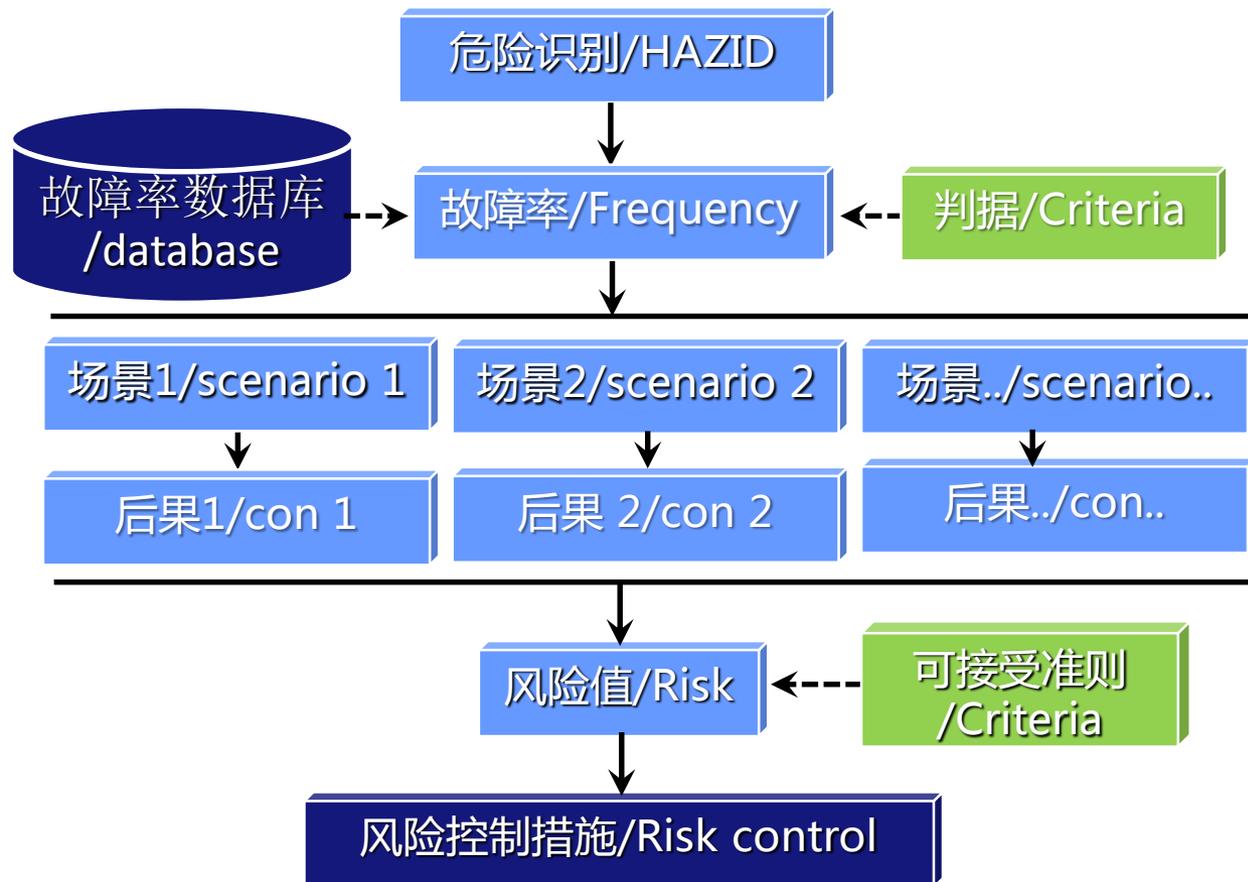
QRA定量分析技术是最合适的评估分析方案

可评价
可检查
可操作



四、如何防范水上LNG运输安全风险—— QRA的一般流程

- ◆ 识别危险源；
- ◆ 故障率分析；
- ◆ 危险场景三维仿真定量计算
- ◆ 风险值评估；
- ◆ 风险防控措施。



四、如何防范水上LNG运输安全风险——确定后果计算场景

No.	Hazard	Parameters	Frequency /year
1	LNG (补给+加注) 软管破裂	4.0E-7/h,1080h/y	<u>4.32E-4</u> 4.32E-5
2	补给接头至储罐间管路 (DN50) 破裂	6.5m, 25mm hole:5.0E-6/m/y ;full rupture:1.0E-7/m/y	25mm hole: <u>3.25E-5</u> ; Full rupture:6.5E-7
3	补给回气管 (DN25) 破裂	6.5m, 25mm hole:5.0E-6/m/y	<u>3.25E-5</u>
4	储罐主阀破裂	9E-06/y	9E-06/y
5	储罐至加注接头管路 (DN50) 破裂	6.5m, 25mm hole:5.0E-6/m/y ;full rupture:1.0E-7/m/y	25mm hole: <u>3.25E-5</u> ; Full rupture:6.5E-7
6	加注回气管 (DN25) 破裂	6.5m, 25mm hole:5.0E-6/m/y	<u>3.25E-5</u>
7	储罐至燃料罐管路 DN40破裂	8.5m, 25mm hole:5.0E-6/m/y ;	<u>4.25E-5</u> ;
8	低温阀门破裂	9E-06/y	9E-06/y

给船东建议：

- 1.复合或真空软管；
- 2.加强维护。



FEREC的故障率准则

四、如何防范水上LNG运输安全风险—— IR风险值计算

序号	危险	分类	概率	后果类型	发生概率	后果评价准则	死亡概率	IR风险值	安全距离
1	补给+加注软管破裂	--	4.32E-05	扩散	0.03	LFL	1 (闪火)	1.30E-06	Not public
				池火	0.03	5kW/m ²	0.065	8.64E-08	
2	软管接头至储罐之间管路 (DN50)	25mm孔	3.25E-05	扩散 (冷箱出风口)	0.01	LFL	1	3.25E-07	
		全截面断裂	6.50E-07	扩散 (冷箱出风口)	0.01	LFL	1	6.50E-09	
3	补给回气管 (DN25)	--	3.25E-05	扩散 (冷箱出风口)	0.01	LFL	1	6.50E-09	
4	储罐主阀破裂	--	9.00E-06	扩散 (冷箱出风口)	0.03	LFL	1	2.70E-07	
5	储罐至加注接头管路 (DN50)	25mm孔	3.25E-05	扩散 (冷箱出风口)	0.01	LFL	1	3.25E-07	
		全截面断裂	6.50E-07	扩散 (冷箱出风口)	0.01	LFL	1	6.50E-09	
6	加注回气管 (DN25)	--	3.25E-05	扩散 (冷箱出风口)	0.01	LFL	1	6.50E-09	
7	储罐至燃料罐管路DN40	25mm孔	4.25E-05	扩散(闪火)	0.01	LFL	1	4.25E-07	
				池火	0.03	5kW/m ²	0.065	8.29E-08	
8	低温阀门破裂	--	9.00E-06	扩散 (冷箱出风口)	0.01	LFL	1	9.00E-08	

四、如何防范水上LNG运输安全风险—对标

界内（船内、设施内）个人风险（IR）接受标准

Individual risk acceptance criteria (IR)– within bounds (onboard, inside facilities)

- **安全规范**规定的安全模型可以有效规避使用LNG的风险
- **QRA**可对LNG供应链各环节的风险进行的定量评估，帮助定制解决方案，防范使用LNG的风险
- 使用**QRA**需要专门**软件、技术和数据库支持**

ICI 公司
(陆上设施)

--

3.3E-5

不惜成本予以降低

主要结论：

- 1.LNG有较好的应用前景，是目前航运最可行的替代燃料；
- 2.随着技术研究的不断突破，以LNG作为燃料的船舶数量将会呈现较快增长
- 3.应对船舶使用LNG的安全风险，需要谨慎和专业支持

CCS可以为您提供帮助

CCS可以为您提供服务

CCS set up a technical cooperation platform to promote technology progress of LNG applications.



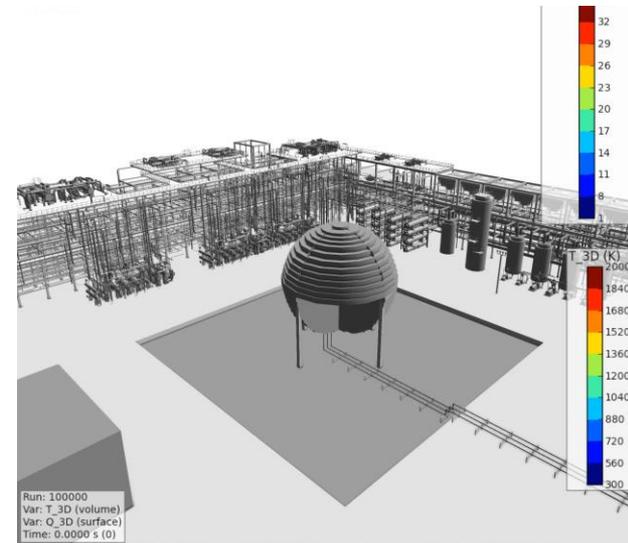
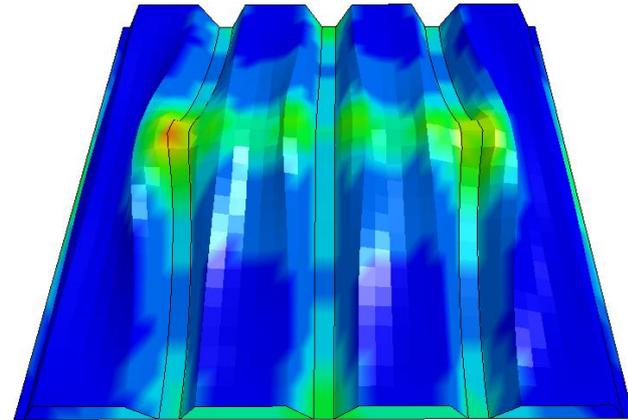
CCS为您提供水上LNG供应链解决方案
Provides solution for waterborne LNG chain

CCS可以为您提供服务

受美国联邦法规CFR认可的用于模拟LNG泄漏的
唯一CFD软件/Approved by US.DOT PHMSA

Gexcon AS 与CCS签署了技术合作框架协议。
Gexcon AS signed a technical cooperation framework agreement with CCS.

- 油气爆炸/Gas explosion
- 油气扩散/Dispersion analysis
- 油气火灾/Fire radiation analysis



CCS为您提供服务

CCS受中国海事局委托
编制法规

China MSA entrusted
CCS to developed
Regulations

2014年9月

IMO货物与集装箱
运输分委会第1次会
议IGF CODE

(draft) 共有13份
提案。其中CCS代
表中国提交了3份提
案, 被采纳。



2013,11,25,生效



2014,9,1,生效



2015年底完成



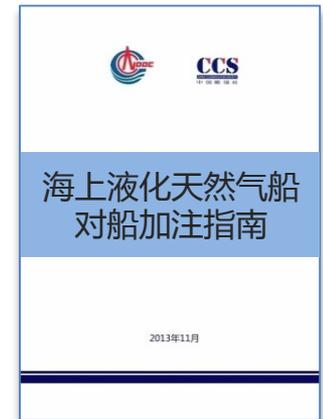
2013,9,1,生效



2014,3,1,生效



2014年底完成



2014年3月完成

CCS为您提供水上LNG供应链解决方案
Provides solution for waterborne LNG chain

CCS可以为您提供服务



e.g. IGF code

IACS

INTERNATIONAL ASSOCIATION
OF CLASSIFICATION SOCIETIES

e.g. LR offshore
CCS LNG STS

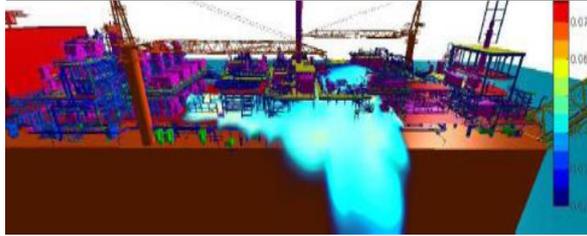


International
Organization for
Standardization

e.g. ISO 13702,
118683, etc.

强制要求/Mandatory requirements

e.g.
平台撬块布置/skid layout
气体探测/gas detector arrangement



优化设计/Design optimization

e.g.
英国Buncefield油库爆炸/Buncefield
oil tank explosion investigation



事故调查/Accident investigation

e.g.
通风优化/ventilation
有毒气体排放/toxic gas emissions
火灾热辐射/fire radiation



健康、安全、环境/HSE

e.g.
陆上站场/onshore facilities
海上设施/offshore unit
船舶航行/navigation safety zone



制定安全间距/Safety distance

e.g.
选址/siting
危险区域划分/hazardous zone class
审查与评估/review & assessment

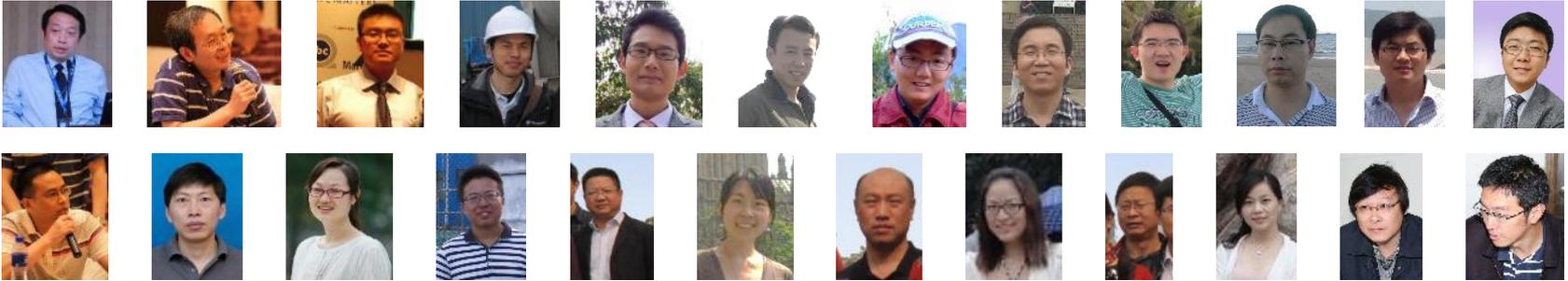


辅助风险管理/Risk management

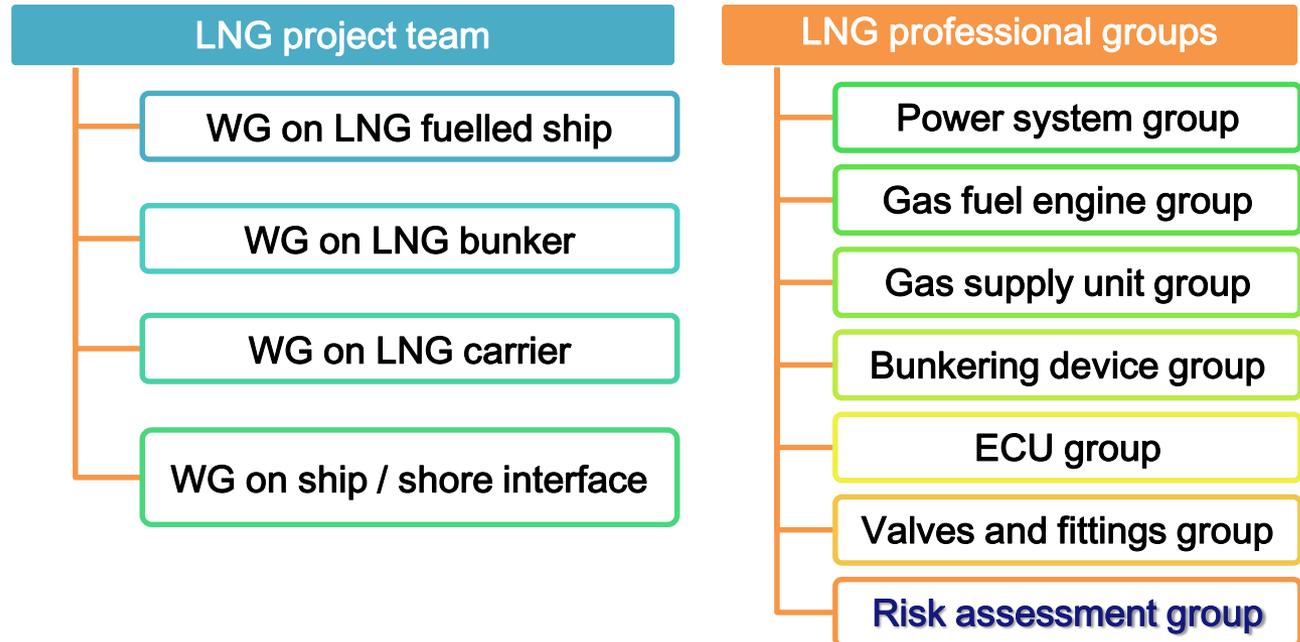
CCS为您提供水上LNG供应链解决方案
Provides solution for waterborne LNG chain

我们期待着QRA服务产品能为我们的客户提供切实可行的解决方案！

CCS's LNG team



CCS研发 CCS's R&D





谢谢聆听！
Thanks for your kind attention!

CCS为您提供水上LNG供应链解决方案
Provides solution for waterborne LNG chain