

NENGYUAN

ZHISHI

WENDA

XILIE



能源知识问答系列

液化天然气

技术问答

敬加强 梁光川 蒋宏业 编著



化学工业出版社
环境·能源出版中心

NENGYUAN ZHISHI WENDA XILIE



能源知识问答系列

液化天然气 技术问答

敬加强 梁光川 蒋宏业 编著



化学工业出版社
环境·能源出版中心

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

液化天然气技术问答/敬加强, 梁光川, 蒋宏业编著.

北京: 化学工业出版社, 2006.12

(能源知识问答系列)

ISBN 978-7-5025-9392-6

I. 液… II. ①敬…②梁…③蒋… III. 液化天然气-技
术-问答 IV. TE64-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 161330 号

责任编辑: 郑宇印 戴燕红

责任校对: 陶燕华

装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 9½ 字数 261 千字

2007 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

欢迎加入化学工业出版社读者俱乐部

您可以在我们的网站 (www.cip.com.cn) 查询、购买到数千种化学、化工、机械、电气、材料、环境、生物、医药、安全、轻工等专业图书以及各类专业教材,并可参与专业论坛讨论,享受专业资讯服务,享受购书优惠。欢迎您加入我们的读者俱乐部。

两种入会途径 (免费)

- ◇ 登录化学工业出版社网上书店 (www.cip.com.cn) 注册
- ◇ 填写以下会员申请表寄回 (或传真回) 化学工业出版社

四种会员级别

- ◇ 普通会员
- ◇ 银卡会员
- ◇ 金卡会员
- ◇ VIP 会员

化学工业出版社读者俱乐部会员申请表

姓名:	性别:	学历:
邮编:	通讯地址:	
单位名称:		部门:
您从事的专业领域:		职务:
电话:	E-mail:	

◆ 您希望出版社给您寄送哪些专业图书信息? (可多选)

- 化学 化工 生物 医药 环境 材料 机械 电气 安全 能源 农业
 轻工 (食品/印刷/纺织/造纸) 建筑 培训 教材 科普 其他 ()

◆ 您希望多长时间给您寄一次书目信息?

- 每月 1 次 每季度 1 次 半年 1 次 一年 1 次 不用寄

◆ 您希望我们以哪种方式给您寄书目? 邮寄纸介质书目 E-mail 电子书目

此表可复印,请认真填表后发传真至 **010-64519686**,或寄信至:北京市东城区青年湖南街 13 号化学工业出版社发行部 读者俱乐部收 (邮编 100011)

联系方法:

热线电话: 010-64518888, 64518899 E-mail: hy64518888@126.com

前 言

目前,国内外天然气的需求空前增长,但国内外天然气资源与用户分布极不均衡。世界上已探明的天然气储量大多位于俄罗斯境内的西伯利亚西部与波斯湾,中国天然气资源则多分布在中西部地区,很多天然气用户市场却严重缺乏资源供应。要合理利用天然气资源,首先必须根本解决利用与运输之间的矛盾。虽然远距离越洋管输天然气至今还没有成熟的技术,但液化天然气本身的特性使天然气远距离运输变成了现实。因此,液化天然气技术不断发展起来,并日臻成熟。

液化天然气是世界公认的清洁能源,其应用有利于生态环境保护,尤其是在工业中心和人口稠密地区,使用液化天然气更具优越性,目前世界上环保先进的国家都在推广使用液化天然气。中国对液化天然气与日俱增的需求极大地促进了液化天然气产业的发展,但中国液化天然气技术起步较晚,一些关键技术与原材料目前还不得不依赖引进,这对液化天然气在中国的安全经济生产和使用颇具挑战性。为了给液化天然气经营、管理与使用人员提供一本了解液化天然气技术的科普读物,本书用问答的方式通俗地介绍了液化天然气生产、储运与应用方面的知识,并力求反映技术的新成就和发展趋势。

本书共分9章,围绕液化天然气生产和使用的安全经济性,从液化天然气基本知识、LNG原料气的预处理、LNG生产工艺及装备、LNG储存与管理、LNG管道输送、LNG车运与装卸、LNG船运和装卸、LNG的汽化、LNG的应用及安全9个方面对液化天然气技术作了较系统的介绍。本书可作为液化天然气的一线操作人员与管理人员的科普读物,也可供液化天然气的技术研究人员及其工艺设计人员

参考阅读。

本书由西南石油大学敬加强组织编写。第 1、第 4、第 8、第 9 章由敬加强编写，第 5、第 6、第 7 章由梁光川编写，第 2、第 3 章由蒋宏业编写。全书由敬加强统稿和审定。本书的编写建立在相关专著及技术资料基础上，本书作者对这些资料的编著者的贡献表示诚挚的谢意。在本书编写过程中，中国石油西南油气田分公司输气管理处甘国富审阅了全书，并提出了许多宝贵意见；西南石油大学在读硕士研究生谭力文、徐源、付先惠与高露等同学为本书的编写提供了大量的一手资料，并参加了本书的排版与校对工作；西南石油大学油气储运 2003 级学生路平、黄敏、方艳、康思伟、杜明静、段黎娜、张琨等同学阅读了本书的终审稿，确保了本书的通俗易懂性，在此对他们一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 12 月

第 1 章 液化天然气基本知识	1
第 1 节 液化天然气概况	1
1. 什么是液化天然气?	1
2. LNG 有哪些基本组成及基本性质?	1
3. LNG 有哪些特性?	2
4. LNG 有哪些主要优点?	2
5. LNG 有哪些主要用途?	3
6. 发展 LNG 的必要性主要体现在哪些方面?	4
7. 世界 LNG 产业链主要包括哪些环节?	5
8. 中国 LNG 产业链主要包括哪些系统?	5
第 2 节 LNG 与天然气的物理性质	6
9. LNG 和天然气有哪些物理性质?	6
10. LNG 和天然气物理性质的主要作用是什么?	7
11. 如何确定 LNG 的密度?	7
12. 如何计算 LNG 的黏度?	8
13. 如何确定 LNG 的沸点?	9
14. 如何计算 LNG 的热导率?	10
15. LNG 的储存温度与储存压力对天然气液化率有何影响?	11
第 3 节 液化天然气的发展概况	11
16. 世界 LNG 工业是怎样发展起来的?	11
17. 促进 LNG 全球化发展的主要因素有哪些?	12
18. 世界 LNG 贸易现状及趋势如何?	13
19. 世界 LNG 需求现状及发展趋势如何?	14
20. 世界 LNG 供应现状及趋势如何?	15
21. 世界 LNG 工业发展的总趋势是什么?	17
22. LNG 贸易主要有哪几种方式?	18
23. LNG 的 DES 和 CIF 贸易方式有哪些差异?	18
24. 亚洲 LNG 的市场前景如何?	19
25. 世界 LNG 成本大幅降低的主要原因是什么?	20

26. LNG 价格怎样确定?	20
27. 世界 LNG 发展面临哪些主要风险?	21
28. 中国发展 LNG 的主要原因是什么?	22
29. 中国 LNG 生产现状如何?	23
30. 中国 LNG 的发展前景如何?	24
31. 中国发展 LNG 需要注意哪些问题?	25
第 2 章 LNG 原料气的预处理	26
第 1 节 预处理的的目的和意义	26
1. LNG 原料气预处理的主要目的及要求是什么?	26
2. LNG 原料气为什么要进行脱水处理?	27
3. LNG 原料气为什么要进行脱硫处理?	27
4. 为什么要脱除 LNG 原料气中的重烃?	28
5. 为什么要脱除 LNG 原料气中的汞?	28
6. LNG 原料气中还需脱除哪些杂质?	29
第 2 节 LNG 原料气脱水	30
7. 什么是天然气水合物?	30
8. 天然气水合物的形成条件是什么?	30
9. LNG 原料气的脱水方法有哪些?	31
10. 天然气脱水剂的选择原则是什么?	32
11. 如何保证三甘醇溶液的洁净?	33
12. 如何实现天然气的甘醇脱水?	33
13. 如何确定天然气甘醇脱水的主要工艺参数?	34
14. 如何提高三甘醇贫液浓度?	35
15. 天然气脱水常用的固体吸附剂有哪些?	35
16. 分子筛吸附剂有哪些优点?	36
17. 天然气分子筛脱水的基本过程是什么?	36
18. 如何设定天然气吸附法脱水装置的操作参数?	37
19. 天然气固体吸附脱水法有哪些优缺点?	38
20. 天然气三甘醇吸收脱水法有哪些优缺点?	38
第 3 节 LNG 原料气脱硫	39
21. LNG 原料气有哪些脱硫方法?	39
22. 不同脱硫方法的适用性有何差异?	40
23. 物理吸收法脱除酸性气有哪些优缺点?	41

24. 酸性天然气如何实现胺法脱硫?	41
25. 砷胺法 (Sulfinol 法) 有什么特点?	42
26. 如何降低酸性气中的烃含量?	43
27. 分子筛脱硫的基本原理是什么?	43
28. 常用气体分离膜有哪些类型?	44
29. 如何实现硫黄的回收?	45
30. 为什么要进行脱硫尾气处理?	46
31. 脱硫尾气有哪些主要处理方法?	46
32. 天然气脱硫脱碳工艺设计涉及哪些主要参数?	46
第3章 LNG 生产工艺及装备	48
第1节 LNG 生产工艺	48
1. 天然气液化流程如何分类?	48
2. 天然气液化装置的种类及组成是什么?	48
3. LNG 的制冷方法有哪些?	49
4. 常用天然气液化流程是如何制冷的?	49
5. 级联式液化流程的原理是什么?	50
6. 级联式液化流程的特点是什么?	51
7. 混合制冷剂液化流程的特点是什么?	52
8. 丙烷预冷混合制冷剂液化流程的基本原理及特点是什么?	53
9. 什么是 CII 流程?	55
10. 带膨胀机液化流程的制冷原理及特点是什么?	55
11. 工艺参数如何影响天然气液化?	57
12. 如何选择液化装置的液化流程?	57
13. 基本负荷型液化装置常用什么液化流程?	58
14. 调峰型天然气液化装置常用什么液化流程?	58
15. 中国新疆广汇天然气液化装置的工艺原理是什么?	59
16. 中国上海天然气液化装置的工艺原理是什么?	60
17. 浮式 LNG 生产储卸装置有什么特点?	61
第2节 天然气液化设备	62
18. 天然气液化常用哪几类压缩机?	62
19. 容积式压缩机的特点是什么?	62
20. 活塞式压缩机型号代码的含义是什么?	63
21. 工况变化对活塞式压缩机性能有什么影响?	64

22. 如何调节活塞式压缩机的排气量?	65
23. 离心式压缩机的特点是什么?	65
24. 如何调节离心式压缩机的流量?	66
25. 轴流式压缩机的特点是什么?	67
26. 螺杆式压缩机的特点是什么?	67
27. 天然气液化中如何选用压缩机?	68
28. 天然气液化装置中常用哪几类换热器?	69
29. 绕管式换热器的特点是什么?	69
30. 板式换热器特点是什么?	70
31. 板式换热器中翅片的作用与特点是什么?	70
32. LNG 输送泵有什么特殊要求?	71
33. 潜液式电动泵有哪些结构特点?	72
34. 如何保证 LNG 输送泵的平衡?	73
35. 影响 LNG 泵效率的主要因素是什么?	73
36. 透平膨胀机的工作原理是什么?	74
37. 透平膨胀机是如何分类的?	74
38. 如何调节透平膨胀机的制冷量?	75
第 4 章 LNG 储存与管理	77
第 1 节 LNG 储存中的常见现象	77
1. LNG 涡旋产生的主要原因及后果是什么?	77
2. 老化对 LNG 涡旋有何影响?	78
3. LNG 分层的形成条件是什么?	78
4. LNG 储罐出现密度差的主要原因及后果是什么?	79
5. 分层 LNG 的密度如何趋于相等?	80
6. 怎样检测 LNG 分层?	80
7. 如何预防涡旋的发生?	81
8. LNG 储罐充注时为什么会出现分层?	81
9. 怎样避免 LNG 在储运过程中的分层或涡旋事故?	82
10. 什么叫蒸气爆炸? 蒸气爆炸产生的原因和后果是什么?	83
11. 什么叫 LNG 储罐静态蒸发率?	84
12. 什么叫储罐的热过盈?	84
第 2 节 LNG 储存工艺与管理	85
13. LNG 储存的主要方式是什么?	85

14. LNG 储存工艺有什么特点?	85
15. 如何实现 LNG 的高压-常压联合储存?	86
16. 高压-常压联合储存 LNG 的技术经济优势有哪些?	88
17. LNG 安全储存有哪些基本要求?	88
18. 如何合理布置 LNG 储罐的阀门等附件?	89
19. LNG 储存设施应采取哪些安全措施?	90
20. 如何控制 LNG 储罐溢出与泄漏?	91
21. 如何控制堤堰或蓄液坑内 LNG 液面上的蒸气?	92
22. 如何确定 LNG 储罐的允许充注量?	92
23. 如何控制 LNG 储罐压力?	93
24. 如何确定安全排气装置的排放能力?	94
25. LNG 储存的安全措施有哪些?	95
第 3 节 LNG 储罐类型及安全	96
26. LNG 储罐运行有何特殊性?	96
27. LNG 储罐材料的基本要求有哪些?	96
28. 如何确保 LNG 储罐安全?	97
29. LNG 储罐如何分类?	97
30. 高架式与落地式 LNG 储罐的基础有何区别?	98
31. 单容式 LNG 储罐有哪些结构特点?	99
32. 双容式 LNG 储罐有哪些结构特点?	100
33. 全容式 LNG 储罐有哪些结构特点?	100
34. 地下 LNG 储罐有哪些结构特点?	101
35. 其他 LNG 储罐有哪些结构特点?	102
36. 什么叫 BOG 储罐?	103
37. LNG 储罐安全设计有哪些基本要求?	103
38. 大型 LNG 储罐对 LNG 接收站选址有什么特殊要求?	104
第 4 节 LNG 存储技术现状及发展	105
39. 世界 LNG 地下储存技术的现状如何?	105
40. 地下含盐洞穴果子酒法储存 LNG 的发展如何?	105
41. 大型与特大型 LNG 储罐的发展现状如何?	106
42. 世界 LNG 厂的储罐分布情况如何?	107
43. 中国设计制造 LNG 储罐的现状如何?	109
44. 中国常用 LNG 储罐有哪些规格?	109

45. 中国对 LNG 储罐的需求如何?	109
46. 中国 LNG 储运设备的发展方向如何?	110
第 5 章 LNG 管道输送	112
第 1 节 LNG 管道输送工艺	112
1. 陆上 LNG 有几种输送方式?	112
2. LNG 管道输送有哪些优缺点?	112
3. LNG 输送管道有哪几类?	113
4. 如何合理设计 LNG 管道?	113
5. 怎样设计 LNG 管道输送工艺?	114
6. 怎样确定 LNG 管道的经济流速与经济管径?	114
7. 如何确定 LNG 管道的站间距与经济绝热层厚度?	115
8. 如何计算 LNG 管道站间距?	115
9. 管道系统优化的原则和影响因素是什么?	116
10. 什么是“冷态输送法”?	116
11. 如何防止低温液体输送管道的间隙泉现象?	117
第 2 节 LNG 管材和管件	117
12. 殷钢和奥氏体不锈钢各有什么特性?	117
13. 殷钢和奥氏体不锈钢在 LNG 管道中的应用如何?	118
14. 如何处理 LNG 低温引起管道的收缩问题?	119
15. 如何选用 LNG 管材与管件?	119
第 3 节 LNG 管道的绝热	120
16. LNG 管道为什么要绝热?	120
17. LNG 管道绝热材料有哪些?	120
18. 改性聚氨酯泡沫塑料有哪些特点?	121
19. 水发泡玻璃纤维增强聚氨酯泡沫塑料有哪些特点?	121
20. LNG 管道包覆型绝热结构有什么特点?	121
21. LNG 管道真空夹套型绝热结构有什么特点?	122
22. LNG 管道真空夹套型绝热结构的技术关键是什么?	123
23. 真空多层绝热结构与改性聚氨酯泡沫塑料绝热的性能特点有何差异?	123
24. 什么是低温管道绝热层的经济厚度?	124
第 4 节 LNG 管道系统的预冷	124

25. 什么是 LNG 管道的预冷?	124
26. LNG 管道投运前为什么要预冷?	125
27. LNG 管道系统预冷的目的与基本原则是什么?	125
28. LNG 管道预冷应注意哪些问题?	125
29. 预冷前为什么要进行管道的吹扫工作?	125
30. 管道吹扫的原则是什么?	126
31. LNG 管道系统预冷前需要做哪些准备工作?	126
32. 如何对 LNG 储罐预冷?	127
33. 如何用液氮预冷 LNG 储罐?	127
34. LNG 管罐系统预冷时应注意的安全事项与安全检查内容主要 有哪些?	128
35. LNG 管道在预冷过程中存在哪两种极限情况?	128
36. 如何计算管道在预冷过程中的传热量?	129
37. 如何计算预冷所需时间和预冷低温流体的需求量?	130
38. 泵在输送 LNG 之前为什么要预冷?	131
39. 如何进行 LNG 管道试验?	131
第 5 节 LNG 管道输送的安全	132
40. LNG 在储运过程中存在哪些安全问题?	132
41. 如何预测和评价 LNG 储运系统的安全性?	132
42. 如何评价 LNG 管网的安全性?	133
43. LNG 管线泄漏检测的常用方法与基本原理是什么?	133
44. 光纤分布式温度测量系统有哪些特点?	133
45. LNG 管道可燃气体检测系统安装的区域如何划分?	134
46. 如何处理 LNG 管道泄漏?	134
47. 如何惰化与纯化处理 LNG 管道?	134
48. 如何确保 LNG 管道系统安全?	135
第 6 章 LNG 车运与装卸	137
第 1 节 LNG 车运工艺设计与 管理	137
1. LNG 槽车常用输液方式有什么特点?	137
2. 为什么 LNG 汽车槽车多选用半挂式?	137
3. LNG 槽车设备的工艺流程是什么?	138
4. LNG 槽车的安全性设计主要包括哪些内容?	140
5. 中国 LNG 槽车设计依据的标准规范有哪些?	141

6. LNG 槽车储罐在设计中应注意哪些问题?	141
7. LNG 槽车自增压空温式汽化器有哪两种类型?	142
8. LNG 槽车采用什么燃料驱动?	142
9. 怎样控制 LNG 车运营成本?	143
10. LNG 槽车如何安全装卸?	144
11. LNG 卸车安全操作规程有哪些?	145
12. LNG 公路运输应注意哪些安全问题?	145
13. LNG 槽车一般应具有哪些安全措施?	146
14. 低压泵送 LNG 槽车上设置公路运输泄放阀有什么优点?	147
15. LNG 槽车的安全泄放装置应符合哪些要求?	147
16. LNG 运输过程中的无损储存时间与哪些因素有关?	148
17. LNG 槽车对增压气体有什么要求?	148
第 2 节 LNG 运输容器结构特点	148
18. LNG 输运容器有哪些结构特点?	148
19. LNG 输运容器有哪些基本要求?	149
20. 高真空多层绝热对 LNG 输运容器有哪些优越性?	150
21. LNG 输运容器高真空多层绝热的关键技术有哪些?	150
22. 中国造 40m ³ 半挂式 LNG 槽车的储罐采用什么结构?	151
23. LNG 公路槽车改装有哪些要求?	151
24. 中国造 30m ³ /0.8MPa 半挂式 LNG 槽车有哪些结构特点?	152
第 3 节 LNG 运输技术现状与发展	153
25. 中国 LNG 车运现状如何?	153
26. 目前世界有哪些 LNG 输送容器产品?	153
27. 世界 LNG 输送容器的市场前景如何?	155
28. LNG 汽车发动机储罐的设计使用要求有哪些?	156
29. LNG 槽车与输送容器的发展趋势如何?	156
30. 高速化槽车在设计上需要注意哪些方面的问题?	157
第 7 章 LNG 船运和装卸	159
第 1 节 LNG 海上运输的发展	159
1. LNG 海上运输的发展情况如何?	159
2. 中国第一条 LNG 船的主要技术参数如何?	160
3. LNG 海上运输有什么特点?	160
4. LNG 船结构设计应注意哪些技术问题?	161

5. LNG 海上运输链包括哪几个环节?	161
6. LNG 船运的发展方向如何?	162
第 2 节 LNG 船的结构及特点	163
7. LNG 船液货舱常用什么材料?	163
8. LNG 船有哪几种结构?	164
9. LNG 运输船液货舱常见哪几种类型?	164
10. 独立式角形液货舱有什么特点?	165
11. 独立式球型液货舱有什么特点?	166
12. 薄膜液货舱有什么特点?	166
13. 球罐型 LNG 船有哪些技术特点?	167
14. LNG 船球型船舱的焊接有哪些特征?	167
15. LNG 船怎样配置推进装置?	168
16. LNG 船储罐的绝热材料应满足哪些性能要求?	168
17. LNG 储罐绝热材料的发展趋势如何?	169
18. LNG 储槽的绝热方式及结构如何?	169
19. 怎样用热管对 LNG 船舱绝热?	170
20. LNG 储槽常用哪几种类型的再液化装置?	171
第 3 节 LNG 槽船的装卸	171
21. 为什么 LNG 液货舱装货前要惰化?	171
22. LNG 液货舱惰化时常用哪些置换方法?	171
23. LNG 液货舱装货前为何要预冷?	172
24. LNG 液货舱的常用冷却方法及原理是什么?	172
25. 如何用货液喷射冷却 LNG 液货舱?	173
26. 如何用液氮或氮气冷却 LNG 船?	174
27. LNG 卸船工艺系统的组成是什么?	174
28. LNG 船卸货系统有哪些主要设备?	175
29. LNG 卸船系统如何工作?	176
30. 海上 LNG 卸货有哪两种方式?	176
31. 怎样对 LNG 液货舱进行驱气处理?	177
32. 如何进行 LNG 船液货的装载作业?	177
33. 如何进行 LNG 船液货的卸载作业?	178
第 4 节 LNG 接收终端	179
34. LNG 接收终端常用哪两种工艺流程?	179

35. LNG 海上接收终端主要有哪几种类型?	180
36. LNG 接收终端的发展趋势如何?	181
37. LNG 码头选址应注意哪些问题?	182
38. LNG 码头航道设计应注意哪些问题?	183
39. LNG 港口总体布局有哪些要求?	184
40. LNG 港口有哪些硬件设施?	184
41. LNG 装卸港有哪些建设和作业要求?	185
42. 中国第一个 LNG 接受终端的建设规模如何?	185
第 5 节 LNG 海运安全	186
43. 如何预防 LNG 船的海上运输事故?	186
44. LNG 在船运过程中为什么会发生分层现象?	187
45. LNG 船运中的涡旋现象是什么?	188
46. LNG 船运中出现涡旋现象的机理是什么?	189
47. 如何防止 LNG 船在输运过程中的分层?	189
48. LNG 船海上运输有哪些安全规则?	190
49. 中国海上运输 LNG 安全管理应注意哪些重要环节?	190
50. 如何构建管理规范 LNG 船队?	191
51. 如何特殊培训 LNG 船员?	192
52. 如何建设安全实用的 LNG 码头泊位?	192
53. 如何严格控制 LNG 船舶的作业条件?	193
第 8 章 LNG 的汽化	195
第 1 节 LNG 的汽化工艺	195
1. 什么是 LNG 汽化站?	195
2. LNG 的汽化方式有哪些?	195
3. 什么是 LNG 高压汽化与低压汽化?	195
4. 什么叫 LNG 汽化系统?	196
5. 燃气电站 LNG 汽化系统的组成是什么?	197
6. 什么是 LNG 汽化成本?	198
7. LNG 汽化站的典型工艺流程是什么?	199
8. LNG 站中常用哪些 BOG 处理工艺?	200
9. 接收站的 LNG 如何实现汽化?	200
10. 带蓄冷器的增压汽化工艺及其基本原理是什么?	201
11. 汽化站储罐为什么要增压?	202

12. LNG 汽化中常见加热器的结构特点有哪些?	203
13. 汽化站低温容器有哪些自增压供气系统?	203
14. LNG 容器自增压系统的稳压供气原理是什么?	205
15. 怎样利用燃气轮机废气废热来汽化 LNG?	206
第 2 节 LNG 汽化设备	207
16. LNG 汽化站有哪些主要设备?	207
17. LNG 汽化器有哪些基本要求?	208
18. LNG 汽化站的泵和压缩机有哪些基本要求?	209
19. LNG 汽化器基于热源的类型有哪些?	210
20. 目前常用哪几类 LNG 汽化器?	211
21. LNG 汽化器的结构特点有何差异?	211
22. LNG 汽化站的检测仪表有哪些?	212
第 3 节 LNG 汽化站设计及安全	213
23. LNG 汽化站的设计依据是什么?	213
24. LNG 汽化器的安全设计包括哪些内容?	214
25. 如何确定 LNG 汽化器的传热面积?	215
26. 为什么 LNG 汽化站的供气能力要按小时最大用气量配置? ..	215
27. 如何确定汽化站增压管路的热力和水力条件?	216
28. 如何设计 LNG 汽化站围堰区?	217
29. 怎样确定 LNG 汽化站的储存总容积?	218
30. 怎样选择 LNG 汽化站的站址?	219
31. LNG 汽化站的安全设计应包括哪几个方面?	219
32. LNG 汽化站应采取哪些安全防卫措施?	220
33. LNG 汽化站应采取哪些消防措施?	220
34. 如何设计 LNG 汽化站的消防安全平面布置?	221
35. LNG 汽化站如何安全运营?	223
36. LNG 汽化的安全措施有哪些?	223
第 4 节 LNG 汽化站的发展	224
37. 目前世界 LNG 汽化站与接收站的发展如何?	224
38. 中国 LNG 汽化站的建设现状如何?	225
39. 目前中国 LNG 接收终端的规划如何?	226
40. 中国 LNG 小区汽化站的发展情况如何?	227
41. 中国 LNG 小区汽化站发展特点和定位是怎样的?	228