

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 51261-2019

天然气液化工厂设计标准

Standard for design of natural gas liquefaction plant

2019-06-19 发布

2019-12-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

天然气液化工厂设计标准

Standard for design of natural gas liquefaction plant

GB 51261 - 2019

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 9 年 1 2 月 1 日

中国建筑工业出版社

2019 北 京

中华人民共和国国家标准
天然气液化工厂设计标准
Standard for design of natural gas liquefaction plant
GB 51261 - 2019

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
天津翔远印刷有限公司印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：4 $\frac{1}{4}$ 字数：110千字
2019年12月第一版 2019年12月第一次印刷

定价：**32.00元**

统一书号：15112·34367

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

2019 年 第 173 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《天然气液化工厂设计标准》的公告

现批准《天然气液化工厂设计标准》为国家标准，编号为 GB 51261 - 2019，自 2019 年 12 月 1 日起实施。其中，第 4.0.5、9.3.2 条为强制性条文，必须严格执行。

本标准在住房和城乡建设部门户网站（www.mohurd.gov.cn）公开，并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2019 年 6 月 19 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2010年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2010〕43号）的要求，标准编制组结合我国液化天然气产业发展的现状，广泛调查国内现有天然气液化工厂工程建设情况，研究、吸收国际先进标准，开展必要的专题研究和学术课题探讨，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 区域规划；5 工厂总平面布置；6 工艺系统和装置；7 储存装卸系统；8 管道布置；9 安全泄放设施；10 自控系统；11 电气；12 消防设施；13 给水排水；14 建（构）筑物；15 供暖、通风与空气调节；16 安全、环境保护与健康。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本标准由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由陕西省燃气设计院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送陕西省燃气设计院有限公司（地址：西安市咸宁东路434号，邮编：710043）。

本标准主编单位：陕西省燃气设计院有限公司

中石化中原石油工程设计有限公司

本标准参编单位：中石化洛阳工程有限公司

中国石油集团工程设计有限责任公司
西南分公司

陕西省公安消防总队

公安部天津消防研究所

西安长庆科技工程有限责任公司

中交煤气热力研究设计院有限公司
上海交通大学
陕西省建筑标准设计办公室

本标准主要起草人员：郭宗华 赵保才 田红梅 谢伟峰
程玉排 刘家洪 常 征 钟志良
路世昌 顾安忠 杜丽民 任晓峰
文科武 徐兴文 童富良 沈选忠
马国泰 关鹏程 李 华 刘广智
郑 欣 胡 海 林文胜 吴宝详
闫 茹 张懿君 韩鹏勃 王 宁
侯宇驰 高 炜 郑桂友
本标准主要审查人员：李苏秦 倪照鹏 金国强 汤晓林
王遇冬 姜东琪 高宜云 范学军
文向南 马 跃 王彦超 徐瑞萍
张 骏

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	5
4	区域规划	7
5	工厂总平面布置	12
5.1	一般规定	12
5.2	工厂内防火间距	12
5.3	厂区大门及道路	15
6	工艺系统和装置	16
6.1	一般规定	16
6.2	工艺系统	16
6.3	装置内布置	17
6.4	材料选用及绝热、防腐	22
7	储存装卸系统	24
7.1	一般规定	24
7.2	液化天然气储存设施	24
7.3	液化天然气汽车装卸车设施	31
7.4	液化天然气灌装站	32
7.5	制冷剂、辅助产品的储存与装卸	33
8	管道布置	35
8.1	一般规定	35
8.2	管线综合布置	35
8.3	工艺及公用工程管道	37
8.4	生产污水管道	38
8.5	阀门布置	38

8.6	管道应力分析与支吊架	38
9	安全泄放设施	39
9.1	一般规定	39
9.2	可燃气体排放	41
9.3	液化烃及可燃液体排放	42
9.4	泄漏控制	42
9.5	火炬设施及全厂集中放散设施	44
10	自控系统	46
10.1	一般规定	46
10.2	过程控制系统 (BPCS)	46
10.3	安全仪表系统 (SIS)	47
10.4	火气系统 (FGS)	48
11	电气	49
11.1	一般规定	49
11.2	爆炸危险环境	49
11.3	防雷、防静电及接地	49
12	消防设施	51
12.1	消防站	51
12.2	消防给水系统	52
12.3	干粉灭火系统	54
12.4	泡沫灭火系统	54
12.5	灭火器	55
13	给水排水	57
13.1	给水	57
13.2	排水	57
14	建(构)筑物	59
14.1	一般规定	59
14.2	建(构)筑物	61
15	供暖、通风与空气调节	62
15.1	一般规定	62

15.2	供暖	62
15.3	通风	63
15.4	空气调节	64
16	安全、环境保护与健康	65
16.1	安全	65
16.2	环境保护	65
16.3	健康	66
附录 A	防火间距起算点的规定	67
本标准用词说明		68
引用标准名录		69
附：条文说明		73

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	5
4	District Planning	7
5	General Layout	12
5.1	General Requirements	12
5.2	Fire Separation Distance in Plant	12
5.3	Gate and Road of Plant	15
6	Process System and Installations	16
6.1	General Requirements	16
6.2	Processing System	16
6.3	Arrangement of Interior Installations	17
6.4	Material Selection, Thermal Isolation and Corrosion Prevention	22
7	Storage and Loading/Unloading System	24
7.1	General Requirements	24
7.2	Liquefied Natural Gas Storage Facilities	24
7.3	Loading/Unloading Facilities for LNG Vehicles	31
7.4	LNG Filling Station	32
7.5	Storage and Loading/Unloading of Refrigerant and Auxiliary Productions	33
8	Pipe Arrangement	35
8.1	General Requirements	35
8.2	Comprehensive Arrangement of Pipes	35
8.3	Process and Utility Pipes	37

8.4	Industrial Wastewater Pipe	38
8.5	Valves Arrangement	38
8.6	Stress Analysis of Pipes and Supporting and Hanging Bracket	38
9	Safety Discharge Facilities	39
9.1	General Requirements	39
9.2	Combustible Gas Discharge	41
9.3	Discharge of Liquefied Hydrocarbon and Combustible Liquid	42
9.4	Discharge Controlling	42
9.5	Flare Facility and Overall Concentrated Discharge Facility of Plant	44
10	Automatic Control System	46
10.1	General Requirements	46
10.2	Basic Process Control System (BPCS)	46
10.3	Safety Instrument System (SIS)	47
10.4	Fire and Gas System (FGS)	48
11	Electricity	49
11.1	General Requirements	49
11.2	Explosive Hazard Environment	49
11.3	Lightning Protection, Static Protection and Grounding	49
12	Fire Fighting Facility	51
12.1	Firehouse	51
12.2	Fire Water Supply System	52
12.3	Dry-powder System	54
12.4	Foaming System	54
12.5	Fire Extinguisher	55
13	Water Supply and Drainage	57
13.1	Water Supply	57
13.2	Drainage	57

14	Constructions and Structures	59
14.1	General Requirements	59
14.2	Constructions and Structures	61
15	HVAC	62
15.1	General Requirements	62
15.2	Heating	62
15.3	Ventilation	63
15.4	Air Conditioning	64
16	Safety, Environment Protection and Health	65
16.1	Safety	65
16.2	Environment Protection	65
16.3	Health	66
Appendix A Calculating Clearance for Fire Protection		67
Explanation of Wording in This Standard		68
List of Quoted Standards		69
Addition; Explanation of Provisions		73

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家有关法律、法规和方针、政策，统一天然气液化工厂设计原则和技术要求，做到技术先进、安全可靠、经济合理、节能环保，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于陆上新建、扩建或改建天然气液化工厂的工程设计。

1.0.3 天然气液化工厂的工程设计除应执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 液化天然气 liquefied natural gas

一种低温液态流体，主要组分是甲烷，可能含有少量的乙烷、丙烷、氮或通常存在于天然气中的其他组分。

2.0.2 天然气液化工厂 natural gas liquefaction plant

将气态天然气变为液化天然气的生产企业，一般包括天然气（原料气）预处理、液化、储存、装卸、气化等单元。

2.0.3 集液池 collecting basin

用来收集泄漏的甲类液态制冷剂、辅助产品及液化天然气的构筑物。

2.0.4 生产区 production area

由使用、产生可燃物质和可能散发可燃气体的工艺装置或设施组成的区域。

2.0.5 装置储罐（组） storage tanks within process plant

在装置正常生产过程中，不直接参与工艺过程，但工艺要求为了满足平衡生产或补充制冷剂需要而在装置内布置的储罐（组）。主要包括制冷剂储罐及辅助产品储罐等。

2.0.6 工艺设备 process equipment

为实现工艺过程所需的各种预处理、液化、气化的设备的通称。

2.0.7 工艺装置区 process plant area

由一个或一个以上独立工艺设备组成的区域。

2.0.8 原料气 feed gas

天然气液化工厂的原料，如天然气、煤层气等以甲烷为主要成分的气体。

2.0.9 原料气预处理 feed gas preprocessing

为满足液化工艺和产品要求，将原料气中的杂质脱除的工艺过程，如脱酸性气、脱水、脱重烃、脱苯、脱汞、脱氧、脱氮等。

2.0.10 酸性气 acid gas

原料气中脱出的酸性气体，其主要成分为硫化氢和二氧化碳。

2.0.11 制冷剂 refrigerant

在制冷系统中通过本身的状态变化以提供冷量的介质。

2.0.12 冷箱 cold box

由板翅式换热器或绕管换热器及气液分离器等设备组成，并经过绝热保冷的低温换热设备。

2.0.13 加热气化器 heated vaporizer

通过燃料的燃烧、电能或余热，使液化天然气、制冷剂等气化的设备。

2.0.14 整体式加热气化器 integral heated vaporizer

热源与气化换热器为一体的加热气化器。这类气化器包括浸没燃烧式气化器。

2.0.15 远程加热气化器 remote heated vaporizer

主热源与气化换热器分离，且用热媒流体（如水、蒸汽、异戊烷、乙二醇等）作为传热介质的加热气化器。

2.0.16 环境气化器 ambient vaporizer

从天然热源取热的气化器，天然热源如大气、海水或地热水。

2.0.17 单容罐 single containment tank

带隔热层的单壁储罐或由内罐和外罐组成的储罐。其内罐能适应储存低温冷冻液体的要求，外罐主要作为支撑和保护绝热层，并能承受气体吹扫的压力，但不能储存内罐泄漏出的低温冷冻液体。

2.0.18 双容罐 double containment tank

由内罐和外罐组成的储罐，其内罐和外罐都能适应储存低温

冷冻液体。在正常操作条件下，内罐储存低温冷冻液体，外罐能够储存内罐泄漏出来的冷冻液体，但不能限制内罐泄漏的冷冻液体所产生的气体排放。

2.0.19 全容罐 full containment tank

由自支撑内罐和独立的自支撑外罐组成的储罐。其内罐和外罐都能适应储存低温冷冻液体，罐顶由外罐支撑，在正常操作条件下内罐储存低温冷冻液体，外罐既能储存低温冷冻液体，又能限制内罐泄漏液体所产生的气体排放。

2.0.20 薄膜罐 membrane tank

由金属薄膜内罐、绝热层及混凝土外罐共同组成的复合结构储罐。金属薄膜内罐为非自支撑式结构，用于储存液化天然气，其液相荷载和其他施加在薄膜上的荷载均通过绝热层传递到混凝土外罐上，其气相压力由储罐的顶部承受。

2.0.21 子母罐 cluster tank

由外罐和多台（3台以上）自支撑内罐组成的储罐。内罐是储存低温冷冻液体的压力储存容器。外罐主要用于支撑和保护绝热层，不能储存内罐泄漏出的低温冷冻液体。子母罐为单容罐。

2.0.22 真空绝热罐 vacuum insulated tank

由储存低温冷冻液体的内罐和维持真空绝热空间的外罐组成的储罐。内罐是储存低温冷冻液体的压力储存容器，外罐是形成和保护真空绝热空间的密封容器，不能储存内罐泄漏出的低温冷冻液体。真空绝热罐为单容罐。

2.0.23 球罐 spherical tank

由外罐和球形内罐组成的储罐。内罐是储存低温冷冻液体的球形压力储存容器，外罐是采用球形、立式平底圆筒形或其他形态并能够支撑和保护绝热层的真空外压容器或常压容器，外罐不能储存内罐泄漏出的低温冷冻液体。

3 基本规定

3.0.1 可燃气体的火灾危险性分类应符合表 3.0.1 的规定。

表 3.0.1 可燃气体的火灾危险性分类

类别	特征
甲	可燃气体的爆炸下限 $<10\%$ (体积)
乙	可燃气体的爆炸下限 $\geq 10\%$ (体积)

3.0.2 液化烃、可燃液体的火灾危险性分类应符合表 3.0.2 的规定。

表 3.0.2 液化烃、可燃液体的火灾危险性分类

名称	类别	特征
液化烃	甲	A 15℃时, 蒸汽压力 $>0.1\text{MPa}$ 的烃类液体及其他类似的液体
		B 甲 _A 类除外, 闪点 $<28\text{℃}$
可燃液体	乙	A $28\text{℃} \leq \text{闪点} \leq 45\text{℃}$
		B $45\text{℃} < \text{闪点} < 60\text{℃}$
	丙	A $60\text{℃} \leq \text{闪点} \leq 120\text{℃}$
		B 闪点 $>120\text{℃}$

3.0.3 设备的火灾危险性类别应按其处理、储存或输送介质的火灾危险性类别确定。

3.0.4 厂房(仓库)的火灾危险性类别应按厂房(仓库)使用、产生或储存物质的火灾危险性类别确定, 并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

3.0.5 天然气液化化工厂装卸区内可建设工厂专用汽车运输槽车的液化天然气燃料加注设施。加注设施与天然气液化化工厂内其他设施的防火间距应按甲类工艺装置确定。加注设施内部布置应按

现行国家标准《汽车加油加气站设计与施工规范》GB 50156 的有关规定执行。

3.0.6 与天然气液化工厂有关的天然气输气管道场站可与工厂合建，并宜布置在厂区边缘，其防火间距可按本标准表 5.2.1 的甲、乙类工艺装置执行。

3.0.7 天然气液化工厂设计应符合公众健康、安全与环境保护的要求。

4 区域规划

4.0.1 天然气液化工厂的区域规划应根据工厂自身及相邻工厂或设施的特点和火灾危险性，结合地形、风向、气源及运输等条件合理布置。

4.0.2 天然气液化工厂应远离城镇居民区及社会公共福利设施，并宜位于邻近城镇居民区及社会公共福利设施最小频率风向的上风侧。

4.0.3 天然气液化工厂选址应避开下列地区或地段：

- 1 发震断层和抗震设防烈度为9度及以下的地区；
- 2 生活饮用水源保护区；国家划定的森林、农业保护及发展规划区；自然保护区、风景名胜区和历史文物古迹保护区；
- 3 山体崩塌、滑坡、泥石流、流沙、地面严重沉降或塌陷等地质灾害易发区和重点防治区，采矿塌落、错动区的地表界限内；
- 4 蓄滞洪区、坝或堤决溃后可能淹没的地区；
- 5 危及机场净空保护区的区域；
- 6 具有开采价值的矿藏区或矿产资源储备区；
- 7 很严重的自重湿陷性黄土地段、厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等工程地质条件恶劣的地段；
- 8 山区或丘陵地区的窝风地带。

4.0.4 天然气液化工厂沿江河岸布置时，宜位于邻近江河的城镇、重要码头港口、重要桥梁、船厂、仓储区等重要建（构）筑物的下游。

4.0.5 地区输油、输气管道不得穿越天然气液化工厂厂区，公路和地区架空电力线路严禁穿越天然气液化工厂生产区。

4.0.6 可燃液体储罐（组）不宜紧邻江河、排洪沟布置。当受条件限制必须布置时，应采取可靠的防止可燃液体流入江河、排洪沟的措施。

4.0.7 天然气液化工厂区域布置的防火间距不应小于表 4.0.7 的规定。

续表 4.0.7

序号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
相邻设施		100人以上的居住区、村镇、公共福利设施	100人以下的散居房屋	相邻厂矿企业	铁路		公路		35kV及以上独立变电所	架空电力线路		架空通信线路		通航、河、海岸边	地区埋地输油管道(管道中心)		地区埋地输气管道(管道中心)	爆炸作业场地(如采石场)	
					国家铁路线	工业企业铁路线	高速公路	其他公路		60kV及以下	110kV~1000kV	国家I、II级	其他		原油及成品油	液化烃			
甲、乙类工艺设备、装卸设施、厂房、液化天然气的集液池	液化天然气储存总容积	$>2000\text{m}^3$	100	100	90	45	42	50	25	60	杆(塔)高度的1.5倍	杆(塔)高度加3m且不小于40m	40	1.5倍杆高	20	30	60	30	500
		$1000\text{m}^3 < V \leq 2000\text{m}^3$	60	45	60	38	34	27	19	53									
		$200\text{m}^3 < V \leq 1000\text{m}^3$	45	38	45	38	30	27	19	45									
		$V \leq 200\text{m}^3$	38	34	38	30	27	23	15	38									
全厂性可燃气体放空立管		45	40	40	40	30	50	30	40	40	40	40	30	40	30	40	30		

注：1 本表中的相邻厂矿企业是指除石油和天然气化工、煤化工企业、天然气液化化工厂以外的企业。

2 至相邻厂矿企业的间距是指至相邻厂矿企业的围墙或用地边界线的距离。

3 表中储罐的防火间距起算点：单容罐从防火堤外壁算起，双容罐、全容罐、膜式罐从外罐外壁算起。

4 当相邻设施对天然气液化工厂的防火间距有特殊要求时，应按有关规定执行。

5 天然气液化工厂内的丙类工艺设备的防火间距，不应小于甲、乙类工艺装置防火间距的75%。

6 地区地面输油管道、输气管道的防火间距，可按地区埋地输油管道、输气管道的规定增加50%。

7 地下罐按照表中单容罐的规定减少50%执行。

8 全厂性或区域性重要设施(最外侧设备外缘或建筑物的最外轴线)与厂外输油(气)管线的防火间距，应按现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160的有关规定执行。

4.0.8 高架火炬的防火间距应根据天然气液化工厂外人或设备允许的辐射热强度计算确定。火炬排放不同辐射热强度范围的安全布置要求应符合现行国家标准《石油化工工厂布置设计规范》GB 50984的有关规定。

4.0.9 天然气液化工厂与石油和天然气化工、煤化工企业相邻建设时，其防火间距不应小于表 4.0.9 的规定。

4.0.10 天然气液化工厂应位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带，当不可避免时，应采取可靠的防洪、排涝措施。

表 4.0.9 天然气液化工厂与石油和天然气化工、煤化工企业相邻企业的防火间距 (m)

相邻设施 天然气液化工厂	液化烃罐组 (罐外壁)	可燃液体罐组 (罐外壁)	甲、乙类工艺装置或设施 (最外侧设备外缘或建筑物的最外轴线)	全厂性重要设施 (最外侧设备外缘或建筑物的最外轴线)	可能携带可燃液体的高架火炬 (火炬中心)	明火地点
液化天然气储罐 (罐外壁)	60	60	70	90	90	70
其他液化烃储罐 及可燃液体储罐 (罐外壁)	60	60	50	60	90	40
甲、乙类工艺装置或设施 (最外侧设备外缘或建筑物的最外轴线)	70	50	40	40	90	40
全厂性重要设施 (最外侧设备外缘或建筑物的最外轴线)	90	60	40	20	90	20
可能携带可燃液体的高架火炬 (火炬中心)	90	90	90	90	(见注 4)	60

续表 4.0.9

相邻设施 天然气液化工厂	液化烃罐组 (罐外壁)	可燃液体罐组 (罐外壁)	甲、乙类工艺装置或设施 (最外侧设备外缘或建筑物的最外轴线)	全厂性重要设施 (最外侧设备外缘或建筑物的最外轴线)	可能携带可燃液体的高架火炬 (火炬中心)	明火地点
明火地点	70	40	40	20	60	—

注：1 括号内指防火间距起算点。

- 2 全厂性重要设施系指发生火灾时影响全厂生产或可能造成重大人身伤亡的设施，如中央控制室、总变电所、自备电站、化验室、消防泵房（站）、厂办公大楼、职工宿舍等。
- 3 与散发火花地点的防火间距，不应小于与明火地点防火间距的 50%，且散发火花地点应布置在火灾爆炸危险区域之外。
- 4 火炬的辐射热不应影响相邻火炬的检修和运行。
- 5 与丙类工艺装置或设施的防火间距，可按甲、乙类工艺装置或设施的规定减少 10m 执行（火炬除外）。
- 6 表中“—”表示无防火间距要求或执行有关标准。

5 工厂总平面布置

5.1 一般规定

5.1.1 工厂总平面布置应根据生产工艺的特点、火灾危险性、装置的相互关系，结合地形、风向及周边环境等条件，按功能分区集中布置。

5.1.2 可能散发可燃气体的工艺装置、储罐（组）、装卸区等设施宜布置在人员集中场所及明火或散发火花地点的全年最小频率风向的上风侧。

5.1.3 液化烃储罐（组）、可燃液体储罐（组）不应毗邻布置在高于工艺装置区、全厂性重要设施或人员集中场所的阶梯上。当受条件限制或有工艺要求时，可毗邻布置在高于工艺装置的阶梯上，但应采取防止泄漏的液化烃或可燃液体流入工艺装置、全厂性重要设施或人员集中场所的措施。

5.1.4 液化天然气的装卸区、液化天然气灌装站宜布置在厂区边缘，并宜分别设围墙独立成区。

5.1.5 全厂性的高架火炬或放空管宜位于生产区全年最小频率风向的上风侧，且宜布置在场内地势较高处。

5.1.6 空气分离装置和仪表风用空气压缩机应布置在空气清洁地段，并应位于可能散发可燃气体等场所全年最小频率风向的下风侧。

5.1.7 采用架空电力线路进厂区的总变电所应布置在厂区的边缘。

5.1.8 天然气液化工厂四周应设不低于 2.2m 的非燃烧材料围墙。天然气液化工厂的生产区与其他厂矿企业相邻布置时，其相邻侧应设置不低于 2.2m 的非燃烧材料实体围墙。

5.1.9 厂区绿化设计应符合现行国家标准《石油化工工厂布置设计规范》GB 50984 的有关规定。

5.2 工厂内防火间距

5.2.1 工厂内总平面布置的防火间距不应小于表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 天然气液化厂内总平面布置的防火间距 (m)

设施名称	液化天然气 储罐	甲、乙类 工艺装置 (设备)	明火或 散发火 花地点	全厂性 重要 设施	液化 天然气 汽车 装卸站	液化 天然气 灌装站	辅助 生产 设施	仓库或堆场		含油污水池 (罐、箱) (m ³)	
								甲、乙 类物品	丙类 物品	≤30	>30
液化天然气储罐	见表 7.2.4	60	60	70	45	45	60	60	50	40	40
甲、乙类工艺装置 (设备)	60	30	30	40	25	30	35	30	25	—	25
明火或散发火花地点	60	30	—	—	25	30	—	30	25	25	35
全厂性重要设施	70	40	—	—	40	45	—	45	35	25	35
液化天然气汽车装卸站	45	25	25	40	—	20	30	25	20	20	20
液化天然气灌装站	45	30	30	45	20	—	35	30	25	25	30
辅助生产设施	60	35	—	—	30	35	—	35	30	25	25
仓库或堆场	甲、乙类物品	60	30	30	45	25	35	—	—	25	25
	丙类物品	50	25	25	35	20	30	—	—	15	20
含油污水池 (罐、箱)(m ³)	≤30	40	—	25	25	20	25	25	15	—	—
	>30	40	25	35	35	20	30	25	20	—	—
厂区围墙	见第 5.2.5 条	25	—	—	25	30	—	15	12	15	15

注：1 全厂性重要设施是指发生火灾时影响全厂生产或可能造成重大人身伤亡的设施，如中央控制室、总变电所、自备电站、化验室、消防泵房（站）、厂办公大楼、职工宿舍等。

2 辅助生产设施是指为满足工厂主体工艺生产需要的厂房及设施，如变配电所、锅炉房、变压制氮站、循环水站等。表中辅助生产设施的防火间距是指一套生产装置专用的辅助生产设施的防火间距，一套以上生产装置公用的辅助生产设施与厂内其他设施的防火间距按表中全厂性重要设施的防火间距执行。

3 表中“—”表示无防火间距要求或执行有关标准。

5.2.2 火炬与厂内设施的防火间距应符合下列规定：

1 高架火炬与厂内设施的防火间距应根据人或设备允许的辐射热强度计算确定，火炬排放不同辐射热强度范围的安全布置要求应符合现行国家标准《石油化工工厂布置设计规范》GB 50984 的有关规定；

2 封闭式地面火炬与厂内设施的防火间距应按有明火或散发火花地点确定。

5.2.3 可燃气体放空立管的布置应符合本标准第 9.2.5 条的规定。

5.2.4 液化天然气集液池和导液沟与明火地点的距离不应小于 30m。

5.2.5 设计压力小于 100kPa 的液化天然气储罐与工厂围墙的距离不应小于表 5.2.5-1 的规定，设计压力大于或等于 100kPa 的液化天然气储罐与工厂围墙的距离不应小于表 5.2.5-2 的规定。

表 5.2.5-1 设计压力小于 100kPa 的储罐与围墙的距离 (m)

储罐型式	至工厂围墙的最小距离
单容罐（防火堤最外缘）	0.7D，且不小于 30
双容罐（罐外壁最外缘）	0.7D，且不小于 30
全容罐及薄膜罐（罐外壁最外缘）	30

表 5.2.5-2 设计压力大于或等于 100kPa 的储罐与围墙的距离 (m)

储罐单罐容量 V (m ³)	至工厂围墙的最小距离
V < 1.9	3
1.9 ≤ V < 7.6	4.6
7.6 ≤ V < 56.8	7.6
56.8 ≤ V < 114	15
114 ≤ V < 265	23
V ≥ 265	0.7D，且不小于 30

注：表中储罐间距起算点为防火堤最外缘。

5.3 厂区大门及道路

5.3.1 厂区出入口的位置及数量应符合下列规定：

- 1 工厂的人流、物流出入口应分开设置；
- 2 工厂的主要出入口不应少于两个；
- 3 工厂宜设置人员紧急逃生出口，紧急逃生出口宜与主要出入口位于不同方位；
- 4 液化天然气装卸区的出入口宜单独设置。

5.3.2 厂区道路布置应方便人流、物流进出，满足施工、运行、抢修、安全、消防的要求。

5.3.3 厂区道路的布置应与厂区内功能分区和装置界区分区相结合，主次道路应布局合理。

5.3.4 厂区消防车道设置应符合下列规定：

1 工艺装置区、液化天然气罐组、液化天然气装卸区、液化天然气灌装站、危险品仓库区应设环形消防车道；当受地形等条件限制时，可设有回车场的尽头式消防车道，回车场的面积应按当地所配消防车辆车型确定，且不宜小于 $18\text{m}\times 18\text{m}$ ；

2 液化天然气罐组内任一储罐中心与最近的消防车道的距离不应大于 80m ，罐组防火堤的外堤脚线与消防车道之间的距离不应小于 3m ；

3 工艺装置与周围消防车道的距离不应小于 5m ，装置内任一设备距最近的消防车道的距离不应大于 120m ；

4 消防车道的净空高度不应小于 5m ，消防车道的内缘转弯半径不应小于 12m ，纵向坡度不宜大于 8% ，消防车道净宽度不应小于 6m ；

5 消防车道应结合厂区主干道和厂外交通干线布置。

5.3.5 当厂内道路路面高出附近地面 2.5m 以上，且在距道路边缘 15m 范围内有工艺装置或可燃气体、液化烃、可燃液体储罐及地面管道时，应在该段道路的边缘设护墩、矮墙等防护设施。

6 工艺系统和装置

6.1 一般规定

6.1.1 工艺装置内各单元工艺设备应以设计工况的物料平衡、热平衡为设计依据，并应合理考虑装置操作上限、下限的要求，操作弹性应相互匹配，设计参数的选择应合理可行。

6.1.2 原料气预处理工艺应根据原料气的组分和压力、预处理规模、液化工艺、节约能源及环境保护等因素确定。

6.1.3 天然气液化工艺应根据装置规模、产品规格、预处理气的组成和压力、节约能源及环境保护等因素合理确定。

6.1.4 工艺装置的布置应使工艺流程顺畅，并应便于设备安装、操作、检修以及灭火救援。

6.1.5 工艺装置应根据其内部物料的火灾危险性和操作条件设置相应的仪表、自动连锁保护系统或紧急停车措施。

6.2 工艺系统

6.2.1 原料气进气管道进入预处理装置前应设置紧急切断阀，紧急切断阀应具有远程操作功能。当工厂内有两套及以上预处理装置时，每套装置的原料气进气管道上均应设置紧急切断阀。

6.2.2 原料气进厂总管道上应设置计量设施，当工厂内有两套及两套以上预处理装置时，每套装置的原料气进气管道上宜分别设置计量设施。

6.2.3 可燃气体压缩机排出的放空气体和凝液应集中处理。

6.2.4 当原料气压缩机和冷剂压缩机采用往复式压缩机时，宜采用气缸无油润滑压缩机。当采用有油润滑往复式压缩机时，应设置除油设施，且油污除净率及压降应满足后续工艺要求。

6.2.5 选择预处理工艺时应应对原料气进行全组分分析，原料气

中烃类组分应分析到最末一个组分小于或等于 1×10^{-4} （摩尔分数/%）级。CO₂ 应分析到 1×10^{-4} （摩尔分数/%）级，H₂S、COS、总硫（以硫计）应分析到 mg/m³ 级，芳烃类应分析到 1×10^{-4} （摩尔分数/%）级，Hg 应分析到 μg/m³ 级。

6.2.6 原料气预处理后应设置在线微量水分检测和在线 CO₂ 含量检测装置，并应采取防止不合格气体进入下游装置的措施。

6.2.7 预处理所排放的酸气应满足环境保护法规及有关环境保护标准的要求。当预处理采用干法脱除酸性气体时，应充分考虑再生气的综合利用。

6.2.8 原料气预处理采用吸附工艺时，下游工艺应设置粉尘过滤设施。

6.2.9 当原料气中氧气含量超过 0.5%（摩尔分数/%）时，应设置脱氧装置，且应在脱氧装置后的管道和容易积聚氧气的装置上设置在线氧分析仪，氧分析仪应具有氧气浓度检测报警功能。

6.2.10 液化天然气的蒸发气应进行回收或再利用。

6.2.11 采用混合制冷剂制冷的工艺应设置制冷剂回收罐，回收罐的容积应能储存检修时制冷剂系统管道内排出的液态制冷剂。

6.2.12 冷箱上应设置防止冷箱内冷剂和天然气泄漏的检测和保护设施。

6.2.13 冷箱内部不应设置控制阀门。

6.2.14 制冷剂在添加至液化系统之前应设置干燥设施，并使水含量小于 10^{-6} m³/m³。

6.2.15 对于可能因冷冻而产生堵塞的设备和管道，应采取防冻措施和解冻措施。

6.2.16 在泵和压缩机的入口管道上应设置切断阀，在出口管道上应设置切断阀和止回阀，且止回阀宜设置在切断阀之前。

6.3 装置内布置

6.3.1 装置内的设备、建筑物之间的防火间距不应小于表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 装置内的设备、建筑物之间的防火间距 (m)

项 目	控制室、 机柜间、 变配电所		明火或 散发火 花的设 备、场所	甲类可 燃气体 压缩机 或其厂房	装置储罐 (总容积)		其他工艺设备及厂房			含可燃液 体的污水 池 (罐)、 隔油池	液化天 然气集 液池	
					液化烃	可燃液体	甲类可 燃气体	液化烃	可燃 液体			
					≤100m ³	≤200m ³						
控制室、机柜间、变配电所			15	15	22.5	15	15	15	15	15	15	
明火或散发火花的设备、场所	15		—	22.5	22.5	15	15	22.5	15	15	15	
甲类可燃气体压缩机或其厂房	15		22.5	—	15	9	9	9	9	9	9	
装置储罐 (总容积)	液化烃	≤100m ³	22.5	22.5	15	—	—	9	9	9	9	9
	可燃液体	≤200m ³	15	15	9	—	—	9	9	9	9	9
其他工艺 设备及厂房	甲类可燃气体		15	15	9	9	9	—	—	—	—	—
	液化烃		15	22.5	9	9	9	—	—	—	—	—
	可燃液体		15	15	9	9	9	—	—	—	—	—
含可燃液体的污水池 (罐)、隔油池			15	15	9	9	9	—	—	—	—	—
液化天然气集液池			15	15	9	9	9	—	—	—	—	—
装置储罐组 (总容积)	液化烃	>100m ³ ~ 300m ³	30	30	30	*	25	25	30	25	25	25
	可燃液体	>200m ³ ~ 500m ³	25	25	25	25	*	20	25	20	20	20

注：1 装置储罐 (组) 的总容积应符合本标准第 6.3.14 条的规定。

2 表中“—”表示无防火间距要求或执行有关标准。

3 表中“*”表示装置储罐应成组布置。

4 表中液化烃指火灾危险性类别为甲_A类的制冷剂和辅助产品，可燃液体指火灾危险性类别为甲_B类的制冷剂和辅助产品。

- 6.3.2** 设备宜露天或半露天布置。当有工艺操作和设备防护要求或受自然条件限制时，可布置在建筑物内。
- 6.3.3** 当甲类装置的设备、建筑物区的占地面积大于 10000m^2 时，应利用道路将其分割成各自均不大于 10000m^2 的区域。
- 6.3.4** 在可能有可燃液体泄漏的设备区周围应设置导液和收集设施。
- 6.3.5** 装置内地坪竖向和排污系统的设计，应减少可能泄漏的可燃液体在工艺设备附近的滞留时间和扩散范围。
- 6.3.6** 装置的控制室、机柜间、变配电所等不应与设有甲、乙类设备的房间布置在同一建筑物内。
- 6.3.7** 装置的控制室、化验室宜全厂性统一设置，并宜位于散发可燃气体的场所和设施的全年最小频率风向的下风侧。
- 6.3.8** 当机柜间、变配电所布置在装置内时，应符合下列规定：
- 1 布置在装置的边缘，并应位于爆炸危险区域范围之外；
 - 2 平面布置位于附加 2 区的建筑物的室内地坪应高出室外地坪不小于 0.6m ；
 - 3 机柜间面向有火灾危险性设备侧的外墙应为耐火极限不低于 3h 的不燃烧材料实体墙，且外墙不应有门窗洞口。
- 6.3.9** 在控制室和化验室内不应设置可燃气体、液化烃和可燃液体的在线分析仪器。
- 6.3.10** 可燃气体、液化烃和可燃液体的在线分析仪表间宜就近布置在取样点附近，与工艺设备的防火间距不限。
- 6.3.11** 当布置在爆炸危险区域的在线分析仪表间内的设备为非防爆型时，应对在线分析仪表间进行正压通风。
- 6.3.12** 明火加热炉、导热油炉宜集中布置在装置的边缘，且宜位于可燃气体、液化烃和可燃液体设备的全年最小频率风向的下风侧。
- 6.3.13** 明火加热炉附属的燃料气分液罐、燃料气加热器等与加热炉炉体的防火间距不应小于 6m 。
- 6.3.14** 装置储罐（组）的布置应符合下列规定：

1 当液化烃的装置储罐总容积小于或等于 100m^3 ，可燃液体的装置储罐总容积小于或等于 200m^3 时，可布置在装置内，装置储罐与设备、建筑物的防火间距不应小于表 6.3.1 的规定；

2 当液化烃的装置储罐总容积大于 100m^3 且小于或等于 300m^3 ，可燃液体的装置储罐总容积大于 200m^3 且小于或等于 500m^3 时，应成组集中布置在装置边缘；但液化烃单罐容积不应大于 100m^3 ，可燃液体单罐容积不应大于 300m^3 ；装置储罐组的防火设计应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的有关规定；

3 与储罐有关的机泵应布置在防火堤外，其与储罐的防火间距不限；

4 装置储罐组与装置内其他设备、建筑物的防火间距不应小于表 6.3.1 的规定。

6.3.15 装置储罐（组）专用装卸车鹤位的布置应符合下列规定：

1 装卸车鹤位应布置在装置边缘，且应靠近道路，与装置储罐（组）的距离不应小于 15m ；

2 液化烃相邻鹤位之间的距离不应小于 4m ，可燃液体相邻鹤位之间的距离不应小于 4m ；

3 液化烃和可燃液体相邻鹤位之间的距离不应小于 8m ；

4 装卸车鹤位与集中布置的泵的距离不应小于 8m 。

6.3.16 可燃气体压缩机的布置及厂房的设计应符合下列规定：

1 可燃气体压缩机宜布置在敞开或半敞开式厂房内；当受条件限制时，可布置在封闭式厂房内，但厂房内应有防止可燃气体积聚的措施；

2 除自用的高位润滑油箱外，压缩机的上方不得布置可燃气体、液化烃和可燃液体的工艺设备；

3 对于比空气轻的可燃气体压缩机的半敞开式或封闭式厂房，应在顶部采取通风措施；

4 当制冷剂中有比空气重的可燃气体时，制冷剂压缩机厂

房的地面不宜有地坑或地沟；对于封闭式制冷剂压缩机的厂房，在其底部和顶部均应采取通风措施；

5 当压缩机布置在厂房内时，其基础应考虑隔振，应与厂房的基础脱开；

6 压缩机之间的最小净距不宜小于 2.5m，机组与厂房的最小净距不宜小于 2.0m；压缩机和驱动机的全部仪表控制盘宜布置在靠近压缩机的驱动设备侧，且位置应方便观察。

6.3.17 液化烃泵、可燃液体泵的布置应符合下列规定：

1 液化烃泵、可燃液体泵宜露天或半露天布置，液化烃泵的上方不宜布置甲、乙、丙类工艺设备；

2 液化烃泵、可燃液体泵在泵房内布置时，液化烃泵、可燃液体泵应分别布置在不同房间，且房间之间的隔墙应为防火墙；当液化烃泵不超过两台时，可与可燃液体泵同房间布置；

3 甲类液体泵房的地面不宜设置地坑或地沟，泵房内应有防止可燃气体积聚的措施。

6.3.18 膨胀机、冷箱的布置应符合下列规定：

1 过滤器、增压端出口冷却器、气液分离器宜靠近膨胀机进出口布置；

2 膨胀机应靠近冷箱布置，膨胀机出口与冷箱之间的管道连接宜通过膨胀机过桥箱保冷，过桥箱保冷材料应与冷箱分开；

3 与冷箱有关的工艺设备应以冷箱为中心就近布置。

6.3.19 液化天然气气化器和甲类制冷剂气化器的布置应符合下列规定：

1 气化器之间的净距不应小于 1.5m；

2 液化天然气气化器与厂区围墙的距离不应小于 30m；

3 甲类制冷剂环境气化器和热媒为不可燃流体的远程加热气化器可布置在防火堤内，其与储罐的防火间距可按工艺要求确定；

4 整体式加热气化器与厂内其他设施的防火间距，应按本标准表 5.2.1 中有明火或散发火花地点的规定确定；当设置多组

气化器时，邻近的气化器不应视为火源。

6.3.20 机泵、塔、换热器、空冷器、容器、加热炉等设备的布置应符合本标准的有关规定。本标准未作规定时，应符合现行行业标准《石油化工工艺装置布置设计规范》SH 3011 的有关规定。

6.4 材料选用及绝热、防腐

6.4.1 设备材料的选用应符合下列规定：

1 设备材料的选用应根据设备的使用条件、材料性能、设备的制造工艺等确定，并应考虑经济合理性；

2 压力容器受压元件材料的选用应符合国家现行标准《压力容器》GB 150 及《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21 的有关规定；

3 正常操作工况下与液化天然气直接接触的设备材料，其强度应与液化天然气的低温工况相适应。

6.4.2 管道材料的选用应符合下列规定：

1 管道材料的选用应根据管道的使用条件、材料性能等确定，并应考虑经济合理性；

2 压力管道材料的选用应符合国家现行标准《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 及《压力管道安全技术监察规程 工业管道》TSG D0001 的有关规定；

3 正常操作工况下与液化天然气直接接触的管道材料，其强度应与液化天然气的低温工况相适应。

6.4.3 当管道材质与支撑件材质不同时，其接触面之间应设置与管道相匹配的金属材料隔离垫层或增加非金属材料隔离垫层。

6.4.4 对于在沿海地区建设的天然气液化工厂，应对所用的奥氏体不锈钢和绝热外保护层采取抗海洋盐雾腐蚀的保护措施。

6.4.5 设备及管道绝热设计应符合下列规定：

1 用于奥氏体不锈钢管道上的绝热材料，其氯离子含量应符合现行国家标准《覆盖奥氏体不锈钢用绝热材料规范》GB/T

17393 的有关规定；

2 液化天然气管道的绝热材料应具有在各种紧急状态下保持稳定的性能；

3 工艺设备和管道的保温层应选用不燃烧材料，保冷层宜选用不燃烧材料，当保冷层选用阻燃型泡沫塑料制品时，其氧指数应大于 30；

4 保冷应选用闭孔型材料及其制品，不宜选用纤维材料或其制品，不应选用石棉材料及其制品；

5 当本标准未作规定时，则应符合国家现行标准《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264 和《石油化工设备和管道绝热工程设计规范》SH/T 3010 的有关规定。

6.4.6 液化天然气管道的防腐蚀涂料应能耐受持续低温，设备及管道的防腐应符合现行行业标准《石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计规范》SH/T 3022 的有关规定。

7 储存装卸系统

7.1 一般规定

7.1.1 液化天然气及辅助产品储运设施的规模应根据装置生产规模、储存周期、运输条件及用途等因素确定；制冷剂储运设施的规模应根据生产消耗量和运输条件等因素确定。

7.1.2 储存装卸设施应结合所储存介质的工艺流向和工厂总体布局统一规划布置。产品储存设施宜靠近装车和装船设施布置。

7.1.3 储罐设计压力大于或等于 100kPa 时，储罐本体及附件的材料选择、设计和制造应符合国家现行标准《压力容器》GB 150、《固定式真空绝热深冷压力容器》GB/T 18442 和《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21 的有关规定。

7.1.4 储罐设计压力小于 100kPa 时，储罐本体及附件的材料选择、设计和制造应符合国家现行标准《大型焊接低压储罐的设计与制造》SY/T 0608、《现场组装立式圆筒平底钢质液化天然气储罐的设计与建造》GB/T 26978 和《石油化工钢制低温储罐技术规范》GB/T 50938 的有关规定。

7.1.5 液化天然气储罐应单独成组布置。

7.2 液化天然气储存设施

7.2.1 液化天然气的储存方式和液化天然气储罐的类型应根据产品规格、储存规模、周围环境、地质条件、安全风险、建设周期及经济性等因素合理选择。

7.2.2 液化天然气产品储罐的储存天数应根据工厂的生产规模和外运条件等因素综合确定。当液化天然气产品采用公路运输时，储罐的储存天数宜为 5d~7d；当采用水路运输时，储罐的储存天数宜为 20d~30d，且储罐总容量应满足一次最大装船量

的要求；当采用铁路运输时，储罐的储存天数宜为 10d~15d；调峰型天然气液化工厂中储罐的储存天数应满足调峰量的储存要求。

7.2.3 液化天然气储罐成组布置时应符合下列规定：

1 不同类型的储罐宜分别成组布置；

2 对于设计压力大于或等于 100kPa 的储罐，罐组内储罐的总容积不应大于 6000m³，罐组内应设隔堤，隔堤内各储罐容积之和不应大于 3000m³；当单罐容积大于或等于 3000m³ 时，应每一个罐一隔；当单罐容积小于或等于 250m³ 时，罐组内储罐的个数不应超过 12 个；当采用子母罐时，罐组内储罐的个数不宜超过 4 个；

3 对于设计压力小于 100kPa 的单容罐，当罐组内单罐容积小于或等于 5000m³ 时，储罐的个数不宜超过 2 个，且应每一个罐一隔；当单罐容积大于 5000m³ 时，应独立成组布置；

4 设计压力小于 100kPa 的储罐不应与设计压力大于或等于 100kPa 的储罐同组布置；

5 储罐成组布置时，罐组内的储罐不应超过两排。

7.2.4 液化天然气罐组之间的防火间距（罐壁至罐壁）不应小于 20m。罐组内储罐之间的防火间距不应小于表 7.2.4 的规定。

表 7.2.4 液化天然气罐组内储罐之间的防火间距

单罐容量 (m ³)	储罐之间的防火间距 (m)
≤100	1.0D
>100	0.5D

注：1 D 为相邻较大储罐的直径。

2 地下储罐为表中数据的 50%。

3 罐组内布置有两排储罐时，两排卧式储罐的间距不应小于 3m，两排立式储罐之间的间距不应小于 5m。

7.2.5 液化天然气罐组防火堤和隔堤的设置应符合下列规定：

1 单容罐罐组应设置防火堤，双容罐、全容罐及薄膜罐罐组可不设置防火堤。

2 对于同一罐组，当采取有关防护措施使防火堤内储罐不会因低温或某一储罐泄漏着火导致其他储罐泄漏时，防火堤内的有效容积不应小于一个最大储罐的容积；当未采取有关防护措施时，防火堤内的有效容积不应小于罐组内储罐的总容积。

3 设计压力小于 100kPa 的单储罐至防火堤内侧的堤顶角线的水平距离 X 不应小于最高液位与防火堤堤顶的高度之差 Y 加上液面上气相当量压头之和（图 7.2.5）；当防火堤的高度大于或等于最高液位时，储罐至防火堤内侧的堤顶角线的水平距离不限。

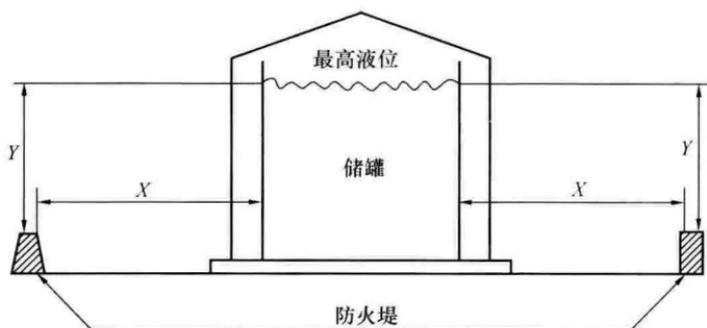


图 7.2.5 设计压力小于 100kPa 的单储罐至防火堤内侧的堤顶角线的水平距离

4 设计压力大于或等于 100kPa 的储罐与防火堤内堤脚线的水平距离应符合下列规定：

- 1) 当单罐容积小于或等于 100m^3 时，不应小于 3m；
- 2) 当单罐容积大于 100m^3 时，不应小于 6m。

5 防火堤的设计高度应比计算高度高出 0.2m，且不应低于 1.0m（以堤内设计地坪标高为准）。隔堤应低于防火堤 0.2m。

6 应在防火堤的不同方位设置人行台阶或坡道，同一方位两相邻人行台阶或坡道之间的距离不宜大于 60m。隔堤应设置人行台阶。

7 防火堤内应设置导液沟及集液池。当设置隔堤时，隔堤

内应设置导液沟及集液池；双容罐、全容罐及薄膜罐罐组应设置导液沟及集液池；集液池与金属外壁储罐的距离不应小于 15m，与混凝土外壁储罐的距离不应小于 10m。

8 防火堤及隔堤应为不燃烧实体防护结构，应能承受储罐泄漏冲击、所容纳液体的静压及温度变化等的影响，且不渗漏。防火堤及隔堤的耐火极限不应小于 3h。

9 防火堤内易发生液化天然气泄漏区域的地面宜采用现浇混凝土地面。

10 管道穿防火堤和隔堤处应采用不燃烧耐低温材料严密封堵。

7.2.6 当液化天然气泵在罐外设置时，液化天然气泵宜露天布置。液化天然气罐组的专用泵区宜布置在防火堤外，泵与储罐的距离不应小于 15m；当受工艺条件限制，液化天然气储罐专用泵布置在防火堤内时，与储罐的距离不应小于 3m，并应在防火堤外设置紧急停车按钮，紧急停车按钮与储罐的距离不应小于 15m。

7.2.7 液化天然气储罐的最大日蒸发率应满足工艺操作的要求，且应考虑运行费用和投资费用。

7.2.8 液化天然气储罐的设计应符合下列规定：

1 储罐应设置顶部和底部充装管道；

2 储罐应设置预冷管道；

3 当储罐的顶部充装管道采用喷淋式设计时，充装管道可用作预冷管道；

4 除真空绝热储罐的绝热空间外，内罐及内罐与外罐之间的空间应设置惰性气体置换及排空设施；

5 当罐内储存液体存在发生翻滚和分层的可能性时，储罐应采取防止罐内介质翻滚和分层的措施；

6 储罐应具有进出料、冷却循环、吹扫置换、放空等功能；

7 储罐应设置能测定罐内氧含量和露点的取样口；

8 设计压力小于 100kPa 储罐的进出口管道宜采用在罐顶

部开口的形式；

9 内罐和外罐之间的工艺管道应采用焊接连接；

10 储罐内连接的管道应考虑储罐压力和温度变化产生的影响，在内外罐之间及绝热层内的管道应采用自然补偿；

11 储罐泄压安全阀、人工放散阀的管道入口应设置在储罐顶部，且应在最高液位以上；

12 储罐真空安全阀的出口管道应引至外罐顶部的气相空间；当内外罐完全隔绝时，真空安全阀的出口管道应设在内罐最高液位以上；

13 罐顶直接排向大气的安全阀，其设置位置及排放口应保证对罐顶操作人员和其他设备的危险性最小。

7.2.9 当液化天然气储罐内设置潜液泵时，每座储罐内的潜液泵数量不应少于两台。

7.2.10 液化天然气泵的设计应符合下列规定：

1 泵出口宜设低流量保护管道；

2 泵及进、出口管道应有预冷措施；

3 泵或泵井及其进出口管道应设惰性气体吹扫和排空设施；

4 应采取维持泵或泵井及其进出口管道内正常操作温度和压力的措施；

5 对于在罐内泵井安装的潜液泵，泵井底部入口宜采用底阀进行密封；

6 罐内泵宜配置振动监测及报警设施。

7.2.11 液化天然气储罐应设置满足预冷、运行和停车的液位、压力、温度检测仪表。

7.2.12 液化天然气储罐液位检测仪表的设置应符合下列规定：

1 设计压力大于或等于 100kPa 的储罐应设置一套就地液位指示仪表和一套远传液位检测仪表；

2 设计压力小于 100kPa 的储罐应设置两套独立的液位检测仪表；

3 液位超出高限值或低于低限值时，液位检测仪表应报警

和联锁；

4 除设置本条第 1 款～第 3 款液位检测仪表外，宜另设置一套独立的检测仪表，并应在液位超出高限值时报警和联锁。

7.2.13 液化天然气储罐和泵的压力信号应能就地指示和传送到控制室，压力检测应符合下列规定：

1 储罐应设置压力检测，并应具有报警和联锁功能；

2 对于绝热层与内罐完全隔绝的储罐，应对绝热层压力进行检测；

3 储罐的取压点应位于储罐顶部最高允许储存液位以上的气相空间；

4 真空绝热储罐的真空层应设真空检测；

5 除罐内泵外，泵进口应设压力检测，宜设压力超出低限值报警和联锁停车；泵出口应设压力检测及高限值报警。

7.2.14 液化天然气储罐和泵的温度信号应能就地指示和传送到控制室，温度检测应符合下列规定：

1 储罐气相空间应设温度检测，温度超出高限值应报警；

2 绝热层与内罐完全隔绝的储罐，绝热层内应设温度检测；

3 设计压力小于 100kPa 的储罐和球罐应根据工艺要求对不同液相高度处的温度进行检测；

4 内罐应设置预冷及温升的温度检测；

5 设计压力小于 100kPa 的单容罐、全容罐、双容罐及薄膜罐宜设置用于监测内罐泄漏的温度检测系统；

6 除罐内泵进口外，泵的进、出口应设温度检测，温度超出高限值应报警。

7.2.15 液化天然气泵机组应设置温度、振动检测，超出高限值应报警并与泵机组停车联锁。

7.2.16 设计压力小于 100kPa 的储罐宜设置液位-温度-密度 (LTD) 检测系统。

7.2.17 对于绝热层与内罐完全隔绝的储罐，绝热层应设置氮气密封，并宜对绝热层进行甲烷含量检测。

7.2.18 储罐罐顶应设置操作和维护平台，必要时可设置罐顶用起重设施；罐顶设置的仪表及阀门宜集中布置。

7.2.19 液化天然气储罐的安全保护应符合下列规定：

1 储罐应设置安全泄放装置，并宜采用先自动排放再安全泄压的保护方式。设计压力小于 100kPa 的储罐应设置泄压安全阀和真空安全阀；设计压力大于或等于 100kPa 的储罐应设置泄压安全阀。

2 储罐应设置超压自动排放阀，排放气应排至火炬或安全放空系统，压力超出高限值应报警和联锁。

3 设计压力小于 100kPa 的储罐应设置破真空补气阀，应向罐内补充天然气或惰性气体，压力低于低限值应报警和联锁。

4 储罐的安全阀应设置备用阀，包括备用安全阀在内。安全阀的总数应满足检修单个安全阀时其余安全阀的流通能力满足储罐的最大排气流量或最大吸气流量的要求，每个安全阀均应设置切断阀。

5 泄压安全阀的设定压力（开启压力）不应大于设计压力，真空安全阀泄放过程中罐内达到的最低负压不应低于储罐的设计负压力。

6 储罐泄压安全阀的最大流通能力不应小于下列情况可能组合产生的最大气体流量，且不应小于 24h 内排出满罐容量的 3%。

- 1) 火灾时的热量输入；
- 2) 外界环境的热量输入；
- 3) 充装时的置换气及闪蒸气；
- 4) 大气压降低；
- 5) 泵冷循环热量输入；
- 6) 设备故障和误操作；
- 7) 罐内液体翻滚。

7 储罐真空安全阀的最大流通能力不应小于下列情况可能组合产生的最大气体流量，且破真空补充系统不应用于减少真空

安全阀的吸入流量。

- 1) 大气压升高；
- 2) 泵抽出最大流量；
- 3) 蒸发气压缩机抽出最大流量；
- 4) 液化天然气注入气相空间使蒸气空间压力降低。

8 对于内罐与绝热层完全隔离且内外罐间采用气体密封的储罐，外罐应设置事故泄压装置。外罐事故泄压装置的开启压力应小于外罐的设计正压力，泄压装置的吸气压力应高于外罐的设计负压力。

9 对于设计压力小于 100kPa 的储罐，当储罐安全阀或罐顶放空系统最大排放能力的计算未考虑罐内液体翻滚工况时，储罐应设置爆破片或其他泄压装置。

10 储罐安全阀排放的气体宜排入火炬，当受条件限制时可直接排至大气，但应引至安全地点排放。

11 储罐进出管道上应设置紧急切断阀，紧急切断阀应与储罐液位和压力控制系统联锁，并应具有现场和远程控制切断功能。

12 当液化天然气储罐液位低于低限值时，应联锁停运液化天然气外输泵；当液位超出高限值时，应联锁切断液化天然气进料。

13 储罐应具备紧急停车功能，事故状态下应切断储罐进料并停运机泵。

7.3 液化天然气汽车装卸车设施

7.3.1 汽车装卸车设施应符合下列规定：

- 1 在与槽车连接的卸车液相管道上应设置止回阀；
- 2 在与装卸车臂相连的液相和气相管道上应设置切断阀，并应采取排空措施；
- 3 装车管道排放的气体 and 液体应密闭回收；
- 4 在装卸车管道上应设置惰性气体吹扫接头；

5 液化天然气装车宜采用定量装车控制方式；装车贸易计量宜采用地衡计量，计量精度应符合国家现行有关标准的规定；

6 在液化天然气装车总管和蒸发气总管上应设置紧急切断阀，紧急切断阀与装车鹤位的距离不应小于 10m；

7 液化天然气装车作业时，从槽车排出的蒸发气宜返回液化天然气储罐或进入蒸发气收集系统；

8 液化天然气装车应采用装车臂，装车臂与槽车的连接可采用法兰或快速接头，并宜设置紧急脱离装置。

7.3.2 装卸区的布置应符合下列规定：

1 液化天然气汽车装卸车鹤位应单独设置；

2 液化天然气汽车装卸车鹤位之间的距离不应小于 4m，双侧装卸车栈台相邻鹤位或同一鹤位相邻鹤管之间的距离应满足鹤位正常操作和检修的要求；

3 液化天然气汽车装卸车栈台装卸车鹤位与其他液化烃及可燃液体汽车装卸栈台相邻鹤位之间的距离不应小于 8m；

4 汽车装卸车场地应采用现浇混凝土地面；

5 液化天然气装卸鹤位与凝液罐、装车附属设施之间的距离不应小于 15m；

6 装卸车区的进、出口宜分开设置；当进、出口合用时，装卸车区内应设置回车场；

7 液化天然气装卸区域内的地面应坡向导液沟，集液池与装车鹤位的距离不应小于 15m。

7.4 液化天然气灌装站

7.4.1 液化天然气的灌瓶间和储瓶库宜为敞开式或半敞开式建筑物，半敞开式建筑物的下部应采取防止可燃气体积聚的措施。

7.4.2 液化天然气灌装站应设置不燃烧材料隔离墙。

7.4.3 灌瓶间和储瓶库的室内应采用不发火花的地面，灌瓶间的顶部应采取通风措施。

7.4.4 实瓶库不宜与灌瓶间设置在同一建筑物内；当受条件限

制必须设置在同一建筑物内时，应采用实体墙隔开，并应分别设置出入口。

7.4.5 液化天然气缓冲罐与灌瓶间的水平距离不应小于10m。

7.4.6 液化天然气灌装站的出入口宜分开设置，当受条件限制出入口合用时，站内应设置足够的回车场地。

7.5 制冷剂、辅助产品的储存与装卸

7.5.1 当作为制冷剂、辅助产品的液化烃储罐总容积大于 300m^3 、可燃液体储罐总容积大于 500m^3 时，其储罐及装卸设施的布置应符合下列规定：

1 应按火灾危险性类别分别成组集中布置在罐区，罐组的防火设计应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160的有关规定；

2 制冷剂、辅助产品储罐与液化天然气储罐、液化天然气汽车装卸站、液化天然气灌装站的防火间距不应小于表7.5.1的规定，与工厂内其他设施的防火间距应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160的有关规定；

3 制冷剂、辅助产品装卸设施与液化天然气汽车储罐、液化天然气汽车装卸站、液化天然气灌装站的防火间距不应小于表7.5.1的规定，与工厂内其他设施的防火间距应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160的有关规定。

表 7.5.1 制冷剂、辅助产品储罐及装卸设施布置的防火间距 (m)

项目	制冷剂、辅助产品储罐		制冷剂、辅助产品装卸设施	
	液化烃	可燃液体 (甲 _B)	汽车装卸站	泵 (房)
液化天然气储罐	40	40	45	45
液化天然气汽车装卸站	35	15	8	10
液化天然气灌装站	40	25	20	25

注：液化天然气汽车装卸站与制冷剂、辅助产品汽车装卸站之间的距离为相邻鹤位之间的距离。

7.5.2 当作为制冷剂、辅助产品的液化烃储罐总容积小于或等于 300m^3 、可燃液体储罐总容积小于或等于 500m^3 时，其储罐（组）及装卸设施的布置应符合本标准第 6 章的有关规定。

8 管道布置

8.1 一般规定

8.1.1 压力管道的设计、制造、安装、检验和安全防护应符合国家现行标准《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 和《压力管道安全技术监察规程 工业管道》TSG D0001 的有关规定。

8.1.2 管道布置应与厂区总平面布置、竖向布置相结合，并应符合工艺流程的要求。

8.1.3 对于分期施工的工程，设计时应统一规划，尽量减少施工、生产、检修的相互影响。

8.1.4 管道系统和组成件的设计应考虑系统所承受的冷、热循环引起的疲劳影响。

8.1.5 需要保持低温的管道应采取维持管道低温工况的措施。

8.1.6 液化天然气管道系统的设计宜考虑水击工况产生的影响。

8.2 管线综合布置

8.2.1 管线综合布置应结合工艺装置与公用工程系统、工厂平面和竖向设计、道路通行等因素统筹规划。

8.2.2 全厂性工艺管道宜地上敷设，并宜成排布置在管廊或管墩上。当受条件限制时，也可埋地或敷设在管沟内。当可燃气体、液化烃及可燃液体管道敷设在管沟内时，应采取防止可燃气体积聚、液化烃及可燃液体流散的措施。

8.2.3 沿地面或低支架敷设的管道不应环绕工艺装置和罐组，且不得妨碍消防车辆的通行。

8.2.4 埋地敷设的管道应埋设在土壤冰冻线以下，当确有困难或需要埋设在土壤冰冻线以上时，应采取可靠的防冻保护措施。

8.2.5 当厂区内的管沟与散发比空气重的可燃气体设备之间的

距离小于 30m 时，应采取防止可燃气体窜入和积聚的措施。

8.2.6 在跨越道路的液化烃及可燃液体管道上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件。可燃气体、液化烃及可燃液体管道穿越道路时，应敷设在管涵或套管内。

8.2.7 工艺管道、含可燃液体的污水管道不应沿道路平行敷设在路面下或路肩上下。

8.2.8 永久性的地上、地下管道不应穿越或跨越与其无关的工艺装置、系统单元或罐组。

8.2.9 对于可燃气体、液化烃及可燃液体的管道，应在进出装置的边界处设置隔断阀和 8 字盲板。

8.2.10 当管道与道路平行敷设时，管道的突出部分或管架边缘与道路边缘的距离不应小于 1m。

8.2.11 管廊（架）的设置应符合下列规定：

1 按重量均匀布置管道，大直径管道宜布置在靠近管架柱子处，小直径管道、气体管道宜布置在管架中间；

2 管廊（架）的宽度应根据管道直径、数量及管道间距确定，同时应考虑仪表及电气电缆桥架所需的位置，宜预留 20%~30% 的余量；

3 需要设置应力补偿的管道宜布置在管廊一侧；

4 热力管道应避免与低温管道靠近布置，低温管道宜布置在管廊（架）下层；

5 进出装置的管廊（架）上管道的阀门、法兰和 8 字盲板宜靠近管架布置，并应设置操作平台；

6 工艺和公用工程管道共架多层敷设时，宜将介质操作温度高于或等于 250℃ 的管道布置在上层，将液化烃、可燃液体及腐蚀性介质管道布置在下层；介质操作温度高于或等于 250℃ 的管道必须布置在下层的可布置在外侧，但不宜与液化烃、可燃液体管道相邻；

7 管廊（架）管道的净空高度应符合下列规定：

1) 管道及管廊（架）跨越厂区和工艺装置区道路的净空

高度不应小于 5m；

- 2) 管道及管廊（架）跨越装置内检修道路和消防道路的净空高度不应小于 4.5m；
- 3) 管道下方作为检修通道时，管道及管廊（架）距地面的净空高度不应小于 3.2m；
- 4) 管道下方考虑人通行时，管道及管廊（架）距地面的净空高度不应小于 2.2m。

8.3 工艺及公用工程管道

8.3.1 对于可燃气体、液化烃及可燃液体的金属管道，除要求采用法兰连接外，其余均应采用焊接连接。对于公称直径小于或等于 25mm 的金属管道，当与阀门采用锥管螺纹连接时，应在螺纹处采用密封焊。

8.3.2 可燃气体、液化烃及可燃液体的管道不应穿过与其无关的建筑物。

8.3.3 低温管道布置应符合下列规定：

1 在满足管道柔性条件下，应尽量使管道短、弯头少，且应减少“液袋”；

2 低温管道应优先利用管道布置的自然形状进行补偿；

3 与低温管道相连的非低温管道应设置切断阀，切断阀应尽量靠近低温管道端，并应做绝热处理；

4 低温管道间距应根据保冷后法兰、阀门、测量元件凸出处的厚度以及管道的侧向位移确定。

8.3.4 低温介质的泄放管道应单独设置。

8.3.5 液化天然气储罐的进出口管道宜集中布置，并应设操作平台。

8.3.6 可燃气体、液化烃及可燃液体管道不应布置在通风不良的建筑物内及封闭的夹层内。

8.3.7 对于工艺及公用工程管道的布置，当本标准未作规定时，应按现行行业标准《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012

的有关规定执行。

8.4 生产污水管道

8.4.1 装置的生产污水应集中排放、集中处理。

8.4.2 生产污水管道的下列部位应设置水封，水封高度不应小于 250mm：

- 1 预处理单元和冷箱、机泵等设施区域的排水出口；
- 2 全厂性的支管与干管交汇处的支管上；
- 3 当全厂性支管、干管的管段长度大于 300m 时。

8.5 阀门布置

8.5.1 阀门应布置在易于接近、便于操作和检修的地方。成排管道上的阀门应集中布置，并宜设置操作平台和梯子。

8.5.2 安装在低温可燃介质管道上的阀门应具有耐火性，且宜采用对焊连接。

8.5.3 低温阀门不宜采用分体阀门，且在有冰的情况下也应能操作。

8.5.4 低温介质管道的阀门宜水平安装，阀杆方向宜垂直向上。

8.6 管道应力分析与支吊架

8.6.1 管道应根据设计条件进行柔性计算，并应符合现行国家标准《工业金属管道设计规范》GB 50316 的有关规定。

8.6.2 对于因温度变化引起的管道伸缩变形应采取补偿措施，补偿措施宜采用自然补偿方式。

8.6.3 管道对所连接设备管口的作用力和力矩应满足制造厂允许的作用力和力矩的要求。

8.6.4 低温管道支吊架应有防止冷桥产生的措施。

8.6.5 压缩机进出口管道支架的基础应与厂房的基础分开。

9 安全泄放设施

9.1 一般规定

9.1.1 下列设备或管道应设置超压泄放装置：

1 现行行业标准《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21 适用范围内的压力容器；

2 往复式压缩机各段出口或容积式泵的出口应设置安全阀，设备本体已有安全阀的除外；

3 当与离心式压缩机、离心泵出口连接的设备不能承受其最高出口压力时，在离心式压缩机、离心泵出口管道上应设置安全阀；

4 可燃气体或液体受热膨胀，可能使工作压力超过设计压力的设备；

5 顶部最高工作压力小于 0.1MPa 的设备应根据工艺要求设置；

6 当减压阀后的管道系统不能承受减压阀前的压力时，应设置安全阀；

7 两端阀门关闭且因外界环境影响可能造成介质压力升高的液化烃及可燃液体管道应采取泄压安全措施。

9.1.2 在同一压力系统中，当压力来源处已有安全阀，且压力来源与设备之间无阀门隔断时，其余设备可不设置安全阀。

9.1.3 压力容器或压力管道上安全阀或泄压装置的选择、安装和排放能力的确定除应符合国家现行标准《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21、《压力管道安全技术监察规程 工业管道》TSG D0001 和《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001 的有关规定外，还应符合下列规定：

1 安全阀的开启压力（整定压力）不应大于设备或管道的

设计压力；

2 安全阀的前后宜设置切断阀，切断阀进出口的公称通径不应小于安全阀的进出口法兰的公称通径，切断阀必须处于全开位置并被锁定或铅封；

3 对安全阀进行校验时可以停工并倒空物料的设备或管道，可不设置备用安全阀，安全阀的前后可不设置切断阀；

4 对安全阀进行校验时可利用其他措施保证系统不超压的设备或管道，可不设置备用安全阀，安全阀的前后应设置切断阀；

5 除本条第3款和第4款规定的情况外应设置备用安全阀，包括备用安全阀在内；安全阀的总数应满足校验和检修单个安全阀时其余安全阀的流通能力能够保证系统不超压的要求，每个安全阀的前后应设置切断阀；

6 液化天然气储罐上安全阀的设置除应满足上述规定外，尚应符合本标准第7.2.19条的有关规定。

9.1.4 泄压装置及其进出口管道应能适应排放过程中压力和温度的变化。

9.1.5 泄压装置及其进出口管道、放空管道、火炬设施和其他可燃气体排放管道的设计和安装应能防止水、冰、雪或其他异物堵塞。

9.1.6 泄压装置事故紧急排放、工艺设备或管道正常生产及检修排放的可燃气体，应排入全厂可燃气体排放系统或其他安全放空系统。

9.1.7 天然气液化工厂宜设置火炬设施。

9.1.8 全厂可燃气体排放系统应按各排放源所排放可燃气体的组成、排放量、排放压力及温度等，在满足各种排放工况的条件下集中统一设置。

9.1.9 可燃气体排放系统的设计应符合现行行业标准《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》SH 3009的有关规定。

9.1.10 原料气预处理单元气体排放的设计应符合现行行业标准《天然气净化厂设计规范》SY/T 0011的有关规定。

9.2 可燃气体排放

9.2.1 下列不同来源的气体可排入全厂可燃气体排放系统：

- 1 生产装置无法利用的可燃气体；
- 2 事故泄压或安全阀排出的可燃气体；
- 3 开停工及检修时排出的可燃气体；
- 4 液化天然气泵、其他液化烃泵及可燃液体泵等短时间间断排出的可燃气体。

9.2.2 下列气体不应直接排入全厂可燃气体排放系统，应排入专用的排放系统或另行处理：

1 最大允许排放背压较低，排入全厂可燃气体排放系统存在安全隐患的气体；

2 腐蚀性气体或毒性为极度和高度危害的气体。

9.2.3 酸性气体排放系统及处理设施应单独设置。

9.2.4 除经安全阀紧急泄放外，当受工艺条件限制将低温可燃气体直接排至大气时，应采取防止放空气体在周围沉降和聚集的措施。

9.2.5 对于受工艺条件或介质特性限制，无法排入火炬设施、全厂性放散设施或装置处理排放系统的可燃气体，当通过放空管直接向大气排放时，放空管的高度应符合下列规定：

1 连续排放的放空管口应高出 20m 范围内的平台或建筑物顶 3.5m 以上，位于排放口水平 20m 以外斜向上 45° 的范围内不宜布置平台或建筑物（图 9.2.5）；

2 间歇排放的放空管口应高出 10m 范围内的平台或建筑物顶 3.5m 以上，位于排放口水平 10m 以外斜向上 45° 的范围内不宜布置平台或建筑物（图 9.2.5）；

3 安全阀排放管口不得朝向邻近设备或有人通过的地方，排放管口应高出 8m 范围内的平台或建筑物顶 3m 以上；

4 除满足本条第 1 款～第 3 款的要求外，放空管高出所在地面的高度不应小于 5m。

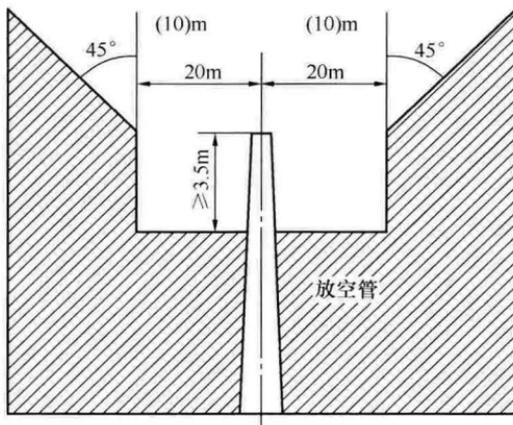


图 9.2.5 可燃气体放空管高度示意

注：阴影部分为平台或建筑物的设置范围。

9.2.6 安全阀出口管道或放空管直接向大气排放时，不应设置改变气流方向的设施，管口应垂直向上，放空管道底部应采取排液措施。

9.2.7 不同排放压力的可燃气体排入同一排放系统时，应确保不同排放压力放空点的安全排放。

9.2.8 携带可燃液体的低温可燃气体排放系统应设置气化器，低温火炬管道的选材应考虑事故排放时可能出现的最低温度。

9.3 液化烃及可燃液体排放

9.3.1 溢出或泄漏的液化烃及可燃液体应排放至集液池或安全地点，液化天然气集液池应单独设置。

9.3.2 工艺设备或管道内排放的液化天然气、其他液化烃和可燃液体应密闭回收，并应进行安全处理，严禁就地排放或排入封闭的排水沟（管）内。

9.4 泄漏控制

9.4.1 在工艺装置区、罐区、装卸区和气化区等可能发生液化

天然气泄漏并能形成液池的区域应设置泄漏收集系统。泄漏收集系统应由收集、导液和集液三部分构成，其设计能力应满足任一事故泄漏源可能产生的最大泄漏量。

9.4.2 液化天然气泄漏收集系统设计泄漏量的确定应符合下列规定：

1 在罐区内，当储罐液位以下进出管道未安装内置切断阀时，储罐的设计泄漏量应按照假设敞开流动及流通面积等于液位以下接管管口面积，以储罐最高液位时计算出的流量，并连续流动到压差为零时考虑；

2 在罐区内，当储罐液位以下进出管道安装内置切断阀时，储罐的设计泄漏量不应小于按照假设敞开流动及流通面积等于液位以下接管管口面积，以储罐最高液位时计算出的泄漏流量持续10min的泄漏量；

3 在罐区内，当管道从罐顶进出时，储罐的设计泄漏量不应小于产生最大泄漏流量的一条管道持续10min的泄漏量；

4 工艺装置区、气化区的设计泄漏量应按单一泄漏源可能产生的最大泄漏流量计算，泄漏时间不应小于10min；

5 当储罐成组布置时，应按可能产生最大泄漏流量的储罐计算；

6 液化天然气装卸区的设计泄漏量不应小于1个最大槽车的容积。

9.4.3 液化天然气集液池应符合下列规定：

1 集液池的有效容积不应小于单一泄漏源产生的设计泄漏量及消防泡沫占有的体积，可不考虑泄漏液化天然气因闪蒸造成的气化量减少；

2 通过有效措施减少集液池内暴露的液体表面面积及产生的蒸发气量；

3 设有排水设施，并应采取防止泄漏的液化天然气进入雨水系统的措施；

4 集液池应设置低温检测、报警和联锁系统；

5 集液池应为敞开式。

9.4.4 液化天然气导液沟应符合下列规定：

- 1 导液沟应为敞开式，并应坡向集液池；
- 2 在满足流通能力的前提下，应尽量减小导液沟的宽度；
- 3 可不考虑消防泡沫所占的体积。

9.5 火炬设施及全厂集中放散设施

9.5.1 全厂可燃气体排放系统（含火炬）或全厂集中放散设施的处理能力，应满足事故状态下全厂可燃气体排放系统可能产生的最大排放量。最大排放量宜根据工艺设备在下列工况下可能产生的排放气体量进行组合，但可不考虑同时发生下列两种工况：

- 1 火灾事故；
- 2 液化天然气储罐超压排放；
- 3 设备故障和操作失误；
- 4 停电、仪表风供应中断等公用工程事故；
- 5 开工、停工；
- 6 其他容器、泵、压缩机、气化器、工艺管道等配置的安全阀或泄压装置排放；

7 按本标准第 7.2.19 条第 6 款中除翻滚以外的其他工况组合确定的液化天然气储罐超压排放的最大排放量。

9.5.2 火炬或全厂集中放散设施中与低温气体接触的所有部件应能适应排放过程中的低温。

9.5.3 液化烃和可燃液体不得直接排入火炬或全厂集中放散设施。

9.5.4 排入火炬的可燃气体不得携带可燃液体。

9.5.5 可燃气体排放管道在接入集中放空管前应设置分液罐，并应采取措施防止放空气体沉降和聚集。

9.5.6 分液罐应具有排出罐内液体的设施。当采用加热气化方式时，加热气化设施的启动应与分液罐液位信号联锁，并应采取防止分液罐内液位和温度超出高限值的措施。

9.5.7 火炬系统应有保持正压及防止回火的措施，并应符合下列规定：

1 低温火炬系统防止回火措施宜采用注入吹扫气体的方式，不应采用水封罐，不宜采用阻火器；

2 高架火炬吹扫气体注入点宜设在分液罐的出口管道上，地面火炬吹扫气体注入点应设在各分级压力开关阀下游；

3 火炬吹扫气体应连续供气；

4 吹扫气体宜设置流量指示和低流量报警仪表；

5 分液罐后火炬放空主管宜设置压力指示和低压报警仪表。

9.5.8 火炬应设长明灯和可靠的点火系统。

9.5.9 火炬设施的附属设备可靠近火炬布置。

9.5.10 火炬宜采取有效的消烟措施。

9.5.11 高架火炬的高度应经火炬辐射热强度计算确定。

9.5.12 集中放散总管管口的高度应高出距其 25m 内的建（构）筑物 2m 以上，且距地面不应小于 15m，并应满足安全和环境保护的国家现行标准的有关规定。

9.5.13 封闭式地面火炬的设置应符合下列规定：

1 按明火设备考虑；

2 火炬的辐射热不应影响人身及设备的安全；

3 采取措施避免燃烧时产生的易沉积物质对周围设施产生影响。

10 自控系统

10.1 一般规定

10.1.1 自控系统的水平应根据装置规模、流程特点、运行要求、管理模式等因素统筹考虑。

10.1.2 自控设备应适应工厂所在地区的环境条件，并应符合使用环境的防护和防爆等级要求，且应具有相应的等级证书。

10.1.3 自控系统宜由功能相对独立并相互关联的过程控制系统（BPCS）、安全仪表系统（SIS）和火气系统（FGS）等组成。

10.1.4 自控系统的仪表及执行机构在失去动力源时，应能让工艺装置及附属设备转入并保持安全状态。

10.1.5 自控系统应有故障自诊断、自测试功能及纠错功能。

10.2 过程控制系统（BPCS）

10.2.1 过程控制系统宜采用集散控制系统（DCS）。

10.2.2 过程控制系统应能对生产装置进行实时监控，自动采集和处理工艺变量数据，实现故障报警和联锁保护，应能集中显示、报警、储存、记录，自动生成报表和打印等，并应具备连续过程控制、顺序控制、批量控制等功能。

10.2.3 过程控制系统应配置操作员工作站，对重要单元或关键设备宜配置专用操作员工作站，重要的操作区宜配置两台互为备用的操作员工作站。

10.2.4 过程控制系统宜配置专用工程师工作站。

10.2.5 过程控制系统应配备完整的操作系统、过程监控、数据处理、组态、网络管理软件和工程需要的其他应用软件。操作系统软件应采用符合工业标准、通用性强的实时多任务操作系统。

10.3 安全仪表系统 (SIS)

10.3.1 安全仪表系统 (SIS) 应满足工厂安全完整性等级的要求。

10.3.2 安全仪表系统 (SIS) 的设计应符合下列规定：

1 根据工艺流程的危险性与可操作性分析 (HAZOP) 确定；

2 有独立的数据采集、逻辑运算、监测和执行系统；

3 能手动或自动操作。当设置自动操作系统时，应同时具有手动操作功能；

4 为故障安全型；

5 具有软硬件自诊断和测试功能；

6 中间环节最少；

7 有独立的操作台，操作台应设在操作人员常驻的控制室内；

8 具有紧急停车功能，联锁、停车动作前应能发出预报警告信号；

9 系统负荷最高不应超过 60%。

10.3.3 安全仪表系统 (SIS) 应能在事故状态时使装置处于安全状态，其紧急停车功能 (ESD) 应符合下列规定：

1 具有现场和远程、手动和自动操作功能；

2 现场人工控制按钮应设置在人员容易接近、方便操作的地方；远程人工控制按钮与保护对象的距离不应小于 15m；全厂紧急停车人工控制按钮应设置在中央控制室；

3 由人工恢复。

10.3.4 安全仪表系统 (SIS) 应设置与过程控制系统通信的接口。

10.3.5 安全仪表系统 (SIS) 的其他要求应符合现行国家标准《石油化工安全仪表系统设计规范》GB/T 50770 的有关规定。

10.4 火气系统 (FGS)

10.4.1 火灾报警系统的设置应符合下列规定：

- 1 在生产区及其他存在火灾危险处，应设置火灾探测器；
- 2 在工艺装置区出入口、罐区出入口及其他存在火灾危险处，应设置手动火灾报警按钮。

10.4.2 可燃气体检测和低温检测的设置应符合下列规定：

- 1 在生产区及其他可能存在可燃气体、液化烃及可燃液体泄漏处，应设置可燃气体探测器；
- 2 在生产区及其他存在潜在液化天然气泄漏危险并需经常观测处应设置低温检测装置，低温检测装置应设置在液化天然气可能泄漏和积聚的低点处；
- 3 在封闭或半封闭建筑物内，当泄漏的可燃气体比空气轻时，可燃气体探测器应在高点设置；当比空气重时，应在低点设置；对于在高点和低点均有可能聚集的场所，应同时设置。

10.4.3 报警系统的设计应符合下列规定：

- 1 包括逻辑组件，声、光报警器和电源装置，并应配置试验、复位和确认按钮；
- 2 具有历史事件记录功能；
- 3 宜采用不同颜色和通过闪光、平光、熄灭等不同形式表示报警的不同状态及顺序，并予以保持；
- 4 能识别短路、断路、失效、失电及内部错误等故障，并能发出明显的声、光报警信号；
- 5 具有相对独立、互不影响的报警功能，并能区分和识别报警场所位号；
- 6 具有开关量输出功能；
- 7 报警指示设备应设置在操作人员常驻的控制室或值班室等场所。

11 电 气

11.1 一 般 规 定

11.1.1 天然气液化工厂宜按二级负荷供电，当所在地区供电困难时可按三级负荷供电。

11.1.2 天然气液化工厂供电电源宜采用专线供电。

11.1.3 天然气液化工厂变配电所宜采用户内式独立布置。

11.2 爆 炸 危 险 环 境

11.2.1 天然气液化工厂爆炸危险区域的等级和范围划分以及爆炸性环境的电力装置设计，应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

11.2.2 爆炸危险区域的电缆敷设应符合下列规定：

1 敷设电气线路的沟道、电缆桥架或导管，其所穿过的不同区域之间的墙或楼板处的孔洞应采用防火封堵材料严密堵塞；

2 爆炸危险区域内的电缆沟应充砂填实。

11.3 防 雷、防 静 电 及 接 地

11.3.1 生产装置防直击雷的措施应符合下列规定：

1 液化烃、可燃液体及可燃气体金属罐体的防雷设计应符合现行国家标准《石油化工装置防雷设计规范》GB 50650 的有关规定。

2 对于采用混凝土外罐的液化天然气储罐，可在其顶部设置网格不大于 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 或 $8\text{m} \times 12\text{m}$ 的避雷网（带），也可采取由接闪网（线）和接闪杆混合组成的接闪器等防雷措施；布置在罐顶的各种管道和金属构件应与防雷设施相连接；储罐底部的接地点不应少于 2 处，并应沿罐体周边均匀布置；引下线的间距

不应大于 18m，每根引下线的冲击接地电阻不应大于 10Ω 。

3 金属管廊及架空金属管道接地点间距不应大于 18m，接地引下线可利用其支柱。

11.3.2 天然气液化工厂控制室的信息系统应有防雷击电磁脉冲的措施，并应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的有关规定。

11.3.3 天然气液化工厂的静电接地设计应符合现行行业标准《石油化工静电接地设计规范》SH 3097 的有关规定。

11.3.4 天然气液化工厂的接地电阻值应符合表 11.3.4 的规定。防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及信息系统的接地等宜共用接地装置，其接地电阻值应按表 11.3.4 规定的最小值确定。

表 11.3.4 接地电阻值

接地装置名称		接地电阻最大允许值 (Ω)
电气设备保护接地		4
变压器中性点工作接地		4
1kV 以下重复接地		10
防雷接地	一类建筑物	10
	二类建筑物	10
	三类建筑物	30
防静电接地		100
信息系统接地		1

11.3.5 天然气液化工厂内建（构）建筑物及设备、管道的防雷设计除应符合本标准外，还应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《石油化工装置防雷设计规范》GB 50650 的有关规定。

12 消防设施

12.1 消防站

12.1.1 天然气液化工厂消防站应结合区域规划、工厂火灾危险性、液化天然气储存容量、固定消防设施设置情况及邻近消防协作条件等因素确定，并宜利用邻近社会专职消防力量。

12.1.2 对于液化天然气储存总容量大于 30000m^3 ，且邻近消防协作单位的消防车辆在接到火灾报警后 30min 内无法到达的天然气液化工厂，宜设置企业专职消防站。

12.1.3 消防站内消防车辆的配备应符合下列规定：

1 泡沫原液储罐容量不小于 3000L 的泡沫消防车不应少于 1 台；

2 干粉充装量不小于 3000kg 的干粉消防车不应少于 1 台；

3 重型水罐消防车不应少于 1 台。

12.1.4 对于液化天然气储存总容量大于 1000m^3 小于或等于 30000m^3 ，且邻近消防协作单位的消防车辆在接到火灾报警后 30min 内无法到达的天然气液化工厂，可不设置企业专职消防站，但应按下列要求配备消防车辆：

1 泡沫原液储罐容量不小于 3000L 的泡沫消防车不应少于 1 台；

2 干粉充装量不小于 3000kg 的干粉消防车不应少于 1 台。

12.1.5 消防站应位于生产区全年最小频率风向的下风侧，与罐区内甲类储罐的防火间距不应小于 200m ，与工艺装置的防火间距不应小于 100m 。

12.1.6 消防站的站内道路应与工厂内的消防主干道连接。

12.1.7 对消防站的其他要求应按现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的有关规定执行。

12.2 消防给水系统

12.2.1 天然气液化工厂应设消防给水系统。

12.2.2 消防用水可由市政给水管网、消防水池（罐）或天然水源供给，并应满足水质、水量、水压、水温的要求。当利用天然水源时，其枯水流量保证率不应低于设计流量的 97%，并应设置可靠的取水设施。

12.2.3 厂区消防用水量应按同一时间内的火灾处数和扑救每处火灾的消防用水量确定。

12.2.4 厂区同一时间内的火灾处数应按表 12.2.4 确定。

表 12.2.4 同一时间内的火灾处数

厂区占地 (m^2)	同一时间内的火灾处数
$\leq 100 \times 10^4$	1 处：厂区消防用水量最大处
$> 100 \times 10^4$	2 处：一处为厂区消防用水量最大处，另一处为厂区辅助生产设施

12.2.5 液化天然气罐区的消防给水设计流量应按罐区内的最大单罐确定，对于液化天然气地上罐组，应符合下列规定：

1 当单罐容积大于 100m^3 时，应设置固定式消防冷却水系统和室外消火栓系统；罐区的消防给水设计流量应按固定冷却水系统设计流量与室外消火栓设计流量之和计算；

2 当单罐容积小于或等于 100m^3 时，可只设置室外消火栓系统，其设计流量不应低于 100L/s 。

12.2.6 液化天然气储罐的固定消防冷却用水系统的设计流量应符合下列规定：

1 当储罐外壁为钢质时，应按着火罐和距着火罐直径（卧式罐按其直径和长度之和的一半）1.5 倍范围内邻近罐的固定消防冷却水量之和计算，且不应小于表 12.2.6 的规定。

2 当储罐外壁为钢筋混凝土结构，且管道进出口在罐顶设置时，应在罐顶平台处设置固定水喷雾系统，其冷却水供给强度

不小于 $20.4\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ ，罐顶和罐壁可不冷却。

表 12.2.6 储罐固定消防冷却水系统的设计流量

储罐型式		保护范围	喷水强度 [$\text{L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$]	
钢质外壁结构	立式储罐	着火罐	罐壁表面积	2.5
			罐顶表面积	4
	邻近罐		罐壁表面积的一半	2.5
			罐顶表面积	4
卧式储罐	着火罐	罐体表面积	4	
	邻近罐	罐体表面积的一半	4	

12.2.7 液化天然气罐区的室外消火栓设计流量不应小于表 12.2.7 的规定。

表 12.2.7 液化天然气罐区的室外消火栓设计流量

最大单罐容积 (V)	室外消火栓设计流量 (L/s)
$V \geq 5000\text{m}^3$	80
$2000\text{m}^3 \leq V < 5000\text{m}^3$	45
$V < 2000\text{m}^3$	30

注：当罐区四周设固定消防水炮作为室外消火栓系统的辅助冷却设施时，可以与连接在消火栓上的消防水枪配合使用，水炮和水枪总设计流量不应小于室外消火栓设计流量。

12.2.8 液化天然气罐区的消防用水延续时间不应小于 6h。

12.2.9 辅助产品及制冷剂储罐的消防给水设计流量及消防用水延续时间，应按现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 中液化烃罐区的有关规定执行。

12.2.10 液化天然气装卸区应设置室外消火栓系统，室外消火栓设计流量不应小于 $60\text{L}/\text{s}$ ，消防用水延续时间不应小于 3h。

12.2.11 工艺装置区应设置室外消火栓系统，室外消火栓设计流量不应小于 45L/s，消防用水延续时间不应小于 3h。

12.2.12 储罐的固定冷却水系统宜采用水喷雾或水喷淋喷头，室外消火栓系统宜配备直流和水雾消防水炮和水枪。

12.2.13 储罐的固定冷却水系统管道的设置应符合下列规定：

1 单罐容积大于或等于 400m³ 储罐的固定喷淋供水竖管不应少于 2 条，且应对称布置；

2 当罐区总容积大于或等于 500m³ 时，消防冷却水系统应设置远程控制阀，且应有阀门启闭反馈信号；

3 控制阀与储罐罐壁的距离不应小于 15m，且应设置在罐区防火堤外；

4 控制阀前应设置带旁通阀的过滤器，控制阀后及储罐上设置的管道应采用热镀锌钢管。

12.2.14 厂区内建筑消防给水系统的设置，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 及《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定。

12.2.15 厂区内消防供水设施、消防给水管道、消火栓、消防水炮等的设计除应符合本标准外，尚应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定。

12.3 干粉灭火系统

12.3.1 液化天然气储罐通向大气的安全阀出口处应设置局部应用式干粉灭火系统。

12.3.2 干粉灭火系统的设计应符合现行国家标准《干粉灭火系统设计规范》GB 50347 的有关规定。

12.4 泡沫灭火系统

12.4.1 天然气液化工厂应设置高倍数泡沫灭火系统，并应符合下列规定：

1 工厂应配备移动式高倍数泡沫灭火系统；

2 对于液化天然气储罐总容量大于或等于 2000m³ 的工厂，在液化天然气集液池应设置固定式局部应用高倍数泡沫灭火系统，并应与低温探测报警装置联锁；

3 采用海水的高倍数泡沫灭火系统宜采用负压式比例混合器。

12.4.2 当用于扑救液化天然气火灾时，泡沫供给率应符合下列规定：

1 泡沫混合液供给强度应根据阻止形成蒸气云和降低热辐射强度试验确定，并应取两项试验的较大值；当缺乏试验数据时，泡沫混合液供给强度不应小于 7.2L/(min·m²)；保护面积应按最大集液池表面积确定；

2 泡沫混合液连续供给时间应根据所需的控制时间确定，且不宜小于 40min。

12.4.3 泡沫灭火系统设计除应符合本标准外，还应符合现行国家标准《泡沫灭火系统设计规范》GB 50151 的有关规定。

12.5 灭 火 器

12.5.1 在控制室、机柜间、计算机室等处应设置移动式气体灭火器。

12.5.2 在生产区应设置移动式干粉灭火器，配置数量应符合表 12.5.2 的规定。

表 12.5.2 干粉灭火器配置数量

场所	配置数量
工艺装置区	按区域面积，每 300m ² 设置 50kg 干粉灭火器不少于 1 具、8kg 干粉灭火器不少于 2 具
罐区	按储罐座数，每座储罐设置 50kg 干粉灭火器不少于 2 具、8kg 干粉灭火器不少于 2 具
装卸区	按装卸鹤位数量，每处设置 8kg 干粉灭火器不少于 2 具
气瓶灌装台	按灌装台数量，每处设置 8kg 干粉灭火器不少于 2 具

续表 12.5.2

场所	配置数量
集液池	按集液池座数，每座集液池设置 50kg 干粉灭火器不少于 1 具、8kg 干粉灭火器不少于 2 具

注：8kg 和 50kg 分别指手提式和推车式干粉型灭火器的药剂充装量。

12.5.3 灭火器的设置除应符合本标准外，还应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的规定。

13 给水排水

13.1 给 水

13.1.1 工厂的给水系统设计方案，应根据生产、生活及消防用水量、水压和水质要求，结合当地水源条件，在保证生产和安全的基础上，经技术经济综合比较后确定。

13.1.2 供水水质应符合下列规定：

1 生活饮用水的水质应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定，当生产、生活用水采用同一给水管网供水时，水质应符合生活饮用水的水质标准；

2 循环冷却水的水质应符合现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB/T 50050 的规定。

13.1.3 工艺设备冷却水应循环使用，且冷却水量、水质应满足冷却设备的用水要求。当受风沙影响严重且设备对冷却水水质要求较高时，冷却水系统宜采用闭式循环冷却水系统。

13.2 排 水

13.2.1 排水应采用清污分流体制进行分类、收集、处理。处理后的污水宜回收利用，排出厂外的污水应符合国家污水排放标准的有关规定。

13.2.2 工艺装置区、罐区和装卸区的集液池排水设施应有防止液化天然气、其他液化烃、可燃液体通过排水系统外流的措施。

13.2.3 含有油污的排水系统应设置除油设施，当采用隔油池除油时，隔油池应设置采用难燃材料制作的盖板，隔油池的进水管应设置水封，水封高度不应小于 400mm。

13.2.4 排入市政污水管道的污水应符合现行国家标准《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962 的规定，并应进行计量；

在总排水口宜设置排水专用检测井。

13.2.5 工厂应收集事故状态下的消防废水，并应采取防止污染周围环境和水体的措施。

14 建（构）筑物

14.1 一般规定

14.1.1 建筑物造型宜简洁，门窗布置应有利于自然通风和自然采光。

14.1.2 生活、行政辅助建筑的设计应符合国家现行标准对建筑物的有关要求以及建筑物节能设计的有关规定。

14.1.3 建（构）筑物的防火设计应符合本标准的规定，当本标准未作规定时，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

14.1.4 建（构）筑物的耐火等级应符合下列规定：

1 生产、使用和储存甲、乙类物品的建（构）筑物耐火等级不应低于二级，生产、使用和储存丙类物品的建（构）筑物耐火等级不应低于三级；

2 工厂内重要建筑物的耐火等级划分，不应低于表 14.1.4 的规定。

表 14.1.4 建筑物的耐火等级

建筑物名称	耐火等级
压缩机厂房	二级
控制室	二级
变配电所	二级
锅炉房	二级
空压站	二级
循环泵房	二级
深井泵房	二级
分析化验室	二级
水处理间	二级
消防泵房	二级

注：1 其余建（构）筑物的耐火等级应遵循国家现行有关标准且不宜低于三级。

2 防火分区的最大允许建筑面积应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

14.1.5 建（构）筑物的抗震设计应符合下列规定：

1 建（构）筑物的抗震设计应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《构筑物抗震设计规范》GB 50191 和《石油化工构筑物抗震设计规范》SH 3147 的有关规定；

2 工厂内重要建（构）筑物的抗震设防类别应符合表 14.1.5 的规定。

表 14.1.5 建（构）筑物的抗震设防类别

建（构）筑物名称	抗震设防类别
压缩机厂房	乙类
控制室	乙类
变配电所	乙类
消防泵房（消防水池）	乙类
深井泵房	乙类
甲、乙类库房	乙类
液化天然气储罐基础	乙类
冷剂及原料气压缩机基础	乙类
冷箱基础、主低温换热器框架	乙类
装卸站、灌装站	丙类
锅炉房	丙类
空压站、制氮站	丙类
循环泵房	丙类
办公楼、倒班宿舍	丙类
维修间	丙类
丙、丁、戊类库房	丙类

注：1 表中办公楼具有生产指挥和应急救援功能的结构单元应划为乙类。

2 表中抗震设防类别不同的建（构）筑物合建时，其抗震设防类别应按类别较高的建（构）筑物的分类确定。

3 其余建（构）筑物的抗震设防类别的划分应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 和《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》GB 50453 的有关规定执行。

14.2 建(构)筑物

14.2.1 存在可燃气体、液化烃及可燃液体建筑物的门窗应向外开启，并应采取相应的泄压措施。

14.2.2 当控制室采用抗爆设计时，应符合现行国家标准《石油化工控制室抗爆设计规范》GB 50779的有关规定。

14.2.3 设备框架、平台的安全疏散通道应符合下列规定：

1 可燃气体、液化烃和可燃液体设备的框架、平台应设置不少于2个通往地面的梯子作为安全疏散通道；当甲类气体和甲、乙_A类液体设备的平台长度不大于8m时，可只设1个梯子；

2 相邻的框架、平台宜采用走桥连通，与相邻平台连通的走桥可作为一个安全疏散通道；

3 相邻安全疏散通道之间的距离不应大于50m。

14.2.4 钢结构耐火保护的做法应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160的有关规定。

14.2.5 火炬塔架、放空管塔架宜采用钢结构。火炬塔架顶部受高温辐射影响的构件应采取耐高温措施。

14.2.6 设备基础宜采用现浇素混凝土或钢筋混凝土结构。储罐基础、压缩机基础、冷箱基础等大型设备基础均应采用现浇钢筋混凝土结构，混凝土强度等级不应低于C30。在进行大体积混凝土设计时，应采取防止混凝土水化热及伸缩裂缝的措施。

14.2.7 液化天然气储罐、冷箱等设备基础，应有耐低温的措施，液化天然气储罐罐体底板与基础之间应做好防水渗密封措施。

14.2.8 防火堤、隔堤应为不燃烧实体结构，结构强度应能承受所包容的液化天然气的静压及低温影响且不渗漏，防火堤（土堤除外）应采取在堤内侧培土或喷涂隔热防火涂料等保护措施。

14.2.9 集液池应采用现浇钢筋混凝土结构，混凝土的抗渗等级不应小于P6。

15 供暖、通风与空气调节

15.1 一般规定

15.1.1 供暖、通风及空气调节设计方案应根据建筑物用途与功能、使用要求，结合当地气象条件、能源状况及环境保护要求，经技术经济比较后确定。

15.1.2 供暖、通风及空气调节设计应符合国家现行标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 和《石油化工采暖通风与空气调节设计规范》SH/T 3004 的有关规定。

15.2 供暖

15.2.1 工厂内的各类房间应根据工厂环境、生产工艺特点和运行管理需要进行供暖设计。供暖房间的室内计算温度宜符合表 15.2.1 的规定。

表 15.2.1 供暖房间的室内计算温度

房间名称	供暖室内计算温度 (°C)
办公室、会议室、休息室、值班室	18
控制室、操作室、机柜间	20±2
浴室、更衣室	25
走廊、楼梯间、厕所	16
分析室、化验室	16~18
发电间、压缩机厂房、锅炉间、全厂性仓库	5
水泵房、消防器材间	5~10

15.2.2 可燃气体、液化烃及可燃液体的设备厂房或化验室等建筑物不应采用明火或电热散热器供暖。

15.2.3 可燃气体、液化烃及可燃液体的设备厂房或化验室等建

筑物的供暖管道应明设。当受条件限制必须设置在地沟内时，地沟应采用干砂填实。

15.2.4 对于散发可燃气体的生产厂房，散热器供暖的热媒温度不应高于可燃气体自燃点的 80%，且热水温度不应高于 130℃，蒸汽温度不应高于 110℃。

15.2.5 室内供暖管道与可燃气体、液化烃及可燃液体管道的间距应符合下列规定：

- 1 平行敷设时，不应小于 300mm；
- 2 交叉敷设时，不应小于 200mm。

15.2.6 供暖管道穿过配电间、发电间、控制室时应采用焊接连接，且不应装设阀门、泄水设施等。

15.2.7 当供暖管道穿过可燃气体、液化烃及可燃液体的设备厂房时，在穿墙处应设套管，套管周围、套管与供暖管道之间应采用防火材料封堵。

15.2.8 当供暖管道穿过建筑物基础或变形缝时，应采取防止因建筑物基础下沉或变形缝变化损坏管道的措施。

15.2.9 锅炉房的设计应符合现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041 的有关规定。

15.2.10 厂区室外热力网设计应符合现行行业标准《城镇供热管网设计规范》CJJ 34 的有关规定。

15.3 通 风

15.3.1 天然气液化工厂的建筑物宜采用自然通风。对于抗爆控制室、装置内的机柜间和自然通风不能满足要求的建筑物，应设置强制通风设施。

15.3.2 爆炸危险性厂房的通风、空气调节、热风供暖设备及输送含有可燃气体的通风设备，应采用防爆型。

15.3.3 爆炸危险区域内的房间或箱体应采取强制通风措施，并应符合下列规定：

- 1 采用强制通风时，事故排风量应按换气次数不小于 12 次/h

确定，正常通风量应按换气次数不小于6次/h确定；通风设备应与可燃气体报警器连锁；

2 事故通风的通风机应分别在室内外便于操作的地点设置启停按钮。

15.3.4 压缩机厂房的自然通风口或强制通风口，应分别贴近地面和屋顶设置。

15.4 空气调节

15.4.1 对温度有要求的设备间、仪表间应设置空气调节系统；有人员舒适性要求的生产操作及生产管理房间宜设置空气调节系统。

15.4.2 空气调节房间的布置及围护结构应符合下列规定：

1 控制室、化验室及其他建筑物内的空气调节房间应集中布置，其外墙宜北向，并应减小外窗面积，向阳窗应采取遮阳措施；

2 空气调节系统设备的能效值应符合现行国家标准《绿色工业建筑评价标准》GB/T 50878的有关规定。

15.4.3 空气调节系统设计应符合下列规定：

1 控制室、化验室等有温度、湿度要求的集中空气调节系统应设置温度、湿度自动控制装置；

2 在集中空气调节系统的送、回风总管和新风系统的送风管道上，均应设置防火装置。风道应采用非燃烧材料，风道保温材料应采用非燃烧或难燃烧材料。

16 安全、环境保护与健康

16.1 安 全

16.1.1 工厂的区域布置、总平面布置及安全设施设计除应满足本标准要求外，尚应符合对周边其他设施安全的有关规定。

16.1.2 在工艺装置区平台或梯子扶手处、可燃气体压缩机厂房入口处、可燃液体及液化烃泵房入口处、罐区入口处和装卸区入口处，均应设置消除人体静电的装置。

16.1.3 工厂宜设置进出口门禁系统、厂界周边防入侵系统和警卫照明系统。

16.1.4 工厂的消防系统、火灾报警装置、紧急切断按钮、安全通道等安全设施的着色应符合现行国家标准《安全色》GB 2893的有关规定；工厂的管道着色和符号应符合现行国家标准《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231的有关规定。

16.1.5 工艺装置区、罐区、装卸区等危险区域的安全标志设置应符合现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894的有关规定。

16.1.6 工厂应有事故广播系统、工业电视监视系统、通信电话系统和事故应急照明系统。

16.1.7 工厂宜设置风向标。

16.1.8 生产装置需高空作业的设备应有操作平台及防护措施。

16.2 环 境 保 护

16.2.1 工厂的环境保护设计应符合现行国家标准《化工建设项目环境保护设计规范》GB 50483的有关规定。

16.2.2 工艺装置的正常生产应在密闭状态下进行，液化天然气

蒸发气 (BOG) 应回收利用。

16.2.3 工厂脱硫尾气排放的二氧化硫应按现行国家标准《大气污染物综合排放标准》GB 16297 中的最高允许排放速率指标进行控制, 并宜采取相应措施对二氧化硫进行综合回收利用。

16.2.4 工厂生产装置排放的其他大气污染物及无组织排放的烃类, 应符合现行国家标准《大气污染物综合排放标准》GB 16297 和《恶臭污染物排放标准》GB 14554 的有关规定。

16.2.5 工厂生产装置作业场所的环境质量, 应符合现行国家标准《工作场所有害因素职业接触限值》GBZ 2 的有关规定。

16.2.6 工厂生产装置产生的油污、废溶剂及固体废物应根据国家现行有关标准的规定进行分类和无害化处理。

16.2.7 工厂生产装置的防噪声设计应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087 的有关规定, 厂界噪声应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的有关规定。

16.2.8 工厂生产装置的污水及事故废水应经过收集处理, 污水排放应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 和当地有关排放标准的规定。

16.2.9 工厂的环境保护标志应符合现行国家标准《环境保护图形标志 排放口 (源)》GB 15562.1 的有关规定。

16.3 健 康

16.3.1 工厂的职业安全卫生应符合国家现行标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 和《石油化工企业职业安全卫生设计规范》SH 3047 的有关规定。

16.3.2 工厂应根据物料的危害特点设置防静电、防低温、防中毒等工作服和其他防护用具。

16.3.3 工厂内具有职业危险因素和职业病危害的场所, 应按现行国家标准《工作场所职业病危害警示标识》GBZ 158 的要求设置警示标志。

附录 A 防火间距起算点的规定

A.0.1 区域规划、工厂总平面布置以及装置内布置的防火间距起算点：

- 1 公路从路边算起；
- 2 铁路从中心算起；
- 3 封闭式建筑物从外墙壁算起；
- 4 敞开式厂房从设备外缘算起；
- 5 半敞开式厂房应根据物料特性和厂房结构型式确定；
- 6 容器、设备从设备外缘算起；
- 7 工艺装置从最外侧的设备外缘或建筑物的最外侧墙壁算起；
- 8 汽车装卸站从最外侧设备算起，若最外侧为装卸鹤位时，从鹤管立管中心线算起；液化天然气灌装站从最外侧设备算起，若最外侧为灌装台，从灌装台边缘算起；
- 9 高架火炬、放空管从中心线算起；封闭式地面火炬从最外侧护墙算起；
- 10 架空电力线、架空通信线从杆、塔的中心线算起；
- 11 加热炉、锅炉从炉外壁算起；
- 12 居住区、村镇、公共福利设施和散居房屋从邻近建筑物的外墙壁算起；
- 13 相邻厂矿企业从围墙的轴线算起；
- 14 集液池从池内壁算起。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 2 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 3 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50019
- 4 《锅炉房设计规范》 GB 50041
- 5 《工业循环冷却水处理设计规范》 GB/T 50050
- 6 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
- 7 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB 50058
- 8 《工业企业噪声控制设计规范》 GB/T 50087
- 9 《建筑灭火器配置设计规范》 GB 50140
- 10 《泡沫灭火系统设计规范》 GB 50151
- 11 《汽车加油加气站设计与施工规范》 GB 50156
- 12 《石油化工企业设计防火标准》 GB 50160
- 13 《构筑物抗震设计规范》 GB 50191
- 14 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB 50223
- 15 《工业设备及管道绝热工程设计规范》 GB 50264
- 16 《工业金属管道设计规范》 GB 50316
- 17 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB 50343
- 18 《干粉灭火系统设计规范》 GB 50347
- 19 《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》 GB 50453
- 20 《化工建设项目环境保护设计规范》 GB 50483
- 21 《石油化工装置防雷设计规范》 GB 50650
- 22 《石油化工安全仪表系统设计规范》 GB/T 50770
- 23 《石油化工控制室抗爆设计规范》 GB 50779
- 24 《绿色工业建筑评价标准》 GB/T 50878
- 25 《石油化工钢制低温储罐技术规范》 GB/T 50938

- 26 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB 50974
- 27 《石油化工工厂布置设计规范》 GB 50984
- 28 《压力容器》 GB 150
- 29 《安全色》 GB 2893
- 30 《安全标志及其使用导则》 GB 2894
- 31 《生活饮用水卫生标准》 GB 5749
- 32 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》
GB 7231
- 33 《污水综合排放标准》 GB 8978
- 34 《工业企业厂界环境噪声排放标准》 GB 12348
- 35 《恶臭污染物排放标准》 GB 14554
- 36 《环境保护图形标志 排放口(源)》 GB 15562.1
- 37 《大气污染物综合排放标准》 GB 16297
- 38 《覆盖奥氏体不锈钢用绝热材料规范》 GB/T 17393
- 39 《固定式真空绝热深冷压力容器》 GB/T 18442
- 40 《压力管道规范 工业管道》 GB/T 20801
- 41 《现场组装立式圆筒平底钢质液化天然气储罐的设计与
建造》 GB/T 26978
- 42 《工业企业设计卫生标准》 GBZ 1
- 43 《工作场所有害因素职业接触限值》 GBZ 2
- 44 《工作场所职业病危害警示标识》 GBZ 158
- 45 《污水排入城镇下水道水质标准》 GB/T 31962
- 46 《城镇供热管网设计规范》 CJJ 34
- 47 《石油化工采暖通风与空气调节设计规范》 SH/T 3004
- 48 《石油化工可燃性气体排放系统设计规范》 SH 3009
- 49 《石油化工设备和管道绝热工程设计规范》 SH/T 3010
- 50 《石油化工工艺装置布置设计规范》 SH 3011
- 51 《石油化工金属管道布置设计规范》 SH 3012
- 52 《石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计规范》 SH/
T 3022

- 53 《石油化工企业职业安全卫生设计规范》SH 3047
- 54 《石油化工静电接地设计规范》SH 3097
- 55 《石油化工构筑物抗震设计规范》SH 3147
- 56 《天然气净化厂设计规范》SY/T 0011
- 57 《大型焊接低压储罐的设计与制造》SY/T 0608
- 58 《压力管道安全技术监察规程 工业管道》TSG D0001
- 59 《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21
- 60 《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001

中华人民共和国国家标准

天然气液化工厂设计标准

GB 51261 - 2019

条文说明

编制说明

《天然气液化化工厂设计标准》GB 51261 - 2019，经住房城乡建设部 2019 年 6 月 19 日以第 173 号公告批准发布。

本标准编制过程中，编制组结合天然气液化化工厂的工程设计和生产进行了广泛的调查研究，总结了近年来我国天然气液化化工厂工程建设的实践经验，同时参考了国内外先进的技术法规、技术标准等。本标准编制过程中，编制组还对已建成的天然气液化化工厂的设计进行分析、总结经验，在广泛征求意见的基础上，反复讨论研究。

为便于广大设计、施工和生产单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《天然气液化化工厂设计标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	77
2	术语	78
3	基本规定	79
4	区域规划	80
5	工厂总平面布置	83
5.1	一般规定	83
5.2	工厂内防火间距	84
5.3	厂区大门及道路	85
6	工艺系统和装置	87
6.1	一般规定	87
6.2	工艺系统	87
6.3	装置内布置	89
6.4	材料选用及绝热、防腐	92
7	储存装卸系统	94
7.1	一般规定	94
7.2	液化天然气储存设施	95
7.3	液化天然气汽车装卸车设施	103
7.4	液化天然气灌装站	103
8	管道布置	104
8.1	一般规定	104
8.2	管线综合布置	104
8.3	工艺及公用工程管道	105
8.5	阀门布置	105
8.6	管道应力分析与支吊架	105
9	安全泄放设施	107

9.1	一般规定	107
9.2	可燃气体排放	108
9.3	液化烃及可燃液体排放	109
9.4	泄漏控制	109
9.5	火炬设施及全厂集中放散设施	109
10	自控系统	111
10.1	一般规定	111
10.3	安全仪表系统 (SIS)	111
11	电气	112
11.1	一般规定	112
11.2	爆炸危险环境	112
11.3	防雷、防静电及接地	112
12	消防设施	113
12.1	消防站	113
12.2	消防给水系统	113
12.3	干粉灭火系统	114
12.4	泡沫灭火系统	115
13	给水排水	116
13.2	排水	116
14	建(构)筑物	117
14.1	一般规定	117
14.2	建(构)筑物	117
15	供暖、通风与空气调节	119
15.1	一般规定	119
15.2	供暖	119
15.3	通风	120
15.4	空气调节	120

1 总 则

1.0.1 本条阐明了制定本标准的目的和原则性要求。天然气液化化工厂原料气具有易燃易爆的特性，液体产品除具有易燃易爆特性外还具有低温特性，生产的安全条件相对苛刻。而我国的天然气液化技术发展历史较短，在工程设计中统一设计原则和技术要求的首要目的是保护人民生命和财产安全，其次是利用先进技术，节约资源、清洁生产、保护环境。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。天然气液化化工厂工程的设计应严格遵守本标准。以煤制气、焦炉气及沼气等为原料气的液化化工厂可参照本标准执行。本标准所指的天然气液化化工厂不包括以下场站：

(1) 不带液化天然气液化装置的气化站及天然气调峰站；

(2) 带有基荷型天然气液化化工厂的液化天然气输出站（Export LNG Terminal），本标准包括的天然气液化化工厂仅限于其与装船码头栈桥与陆域的交接点之内的陆上部分；

(3) 液化天然气储备库、液化天然气接收站（即液化天然气转驳站，卸船、储存、装船转运）；

(4) 天然气液化化工厂对铁路液化天然气槽车的灌装；

(5) 海洋中的浮式液化装置。

1.0.3 本标准编制过程中，编制组调查了多个天然气液化化工厂，了解了相关标准的采用和执行情况，总结了天然气液化化工厂设计的经验和教训，对一些技术问题进行了专题研究，同时吸收了国外有关标准的先进技术和理念，并与国内有关标准相协调。

天然气液化化工厂设计涉及众多专业，对一些专业性较强的内容本标准已作出了规定，应遵照执行，本标准未作规定的应按国家现行有关标准执行。

2 术 语

2.0.4 生产区的设施包括罐组、装卸设施、灌装站、火炬等。

2.0.5 辅助产品是指为了满足生产工艺及产品要求，生产过程中分离出的少量烃类物质。

2.0.6 工艺过程所需的设备主要包括塔、换热器、容器、加热炉、导热油炉和机泵等。

3 基本规定

3.0.1 本标准中可燃气体的火灾危险性分类中可燃气体爆炸下限的确定基准与现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的规定相协调。天然气液化工厂中只存在甲类可燃气体，主要包括天然气和气相制冷剂如乙烯、丙烷、丁烷等。

3.0.2 本标准中液化烃、可燃液体的火灾危险性分类与现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160的规定相协调。天然气液化工厂中的可燃性液体一般包括：

(1) 液化烃：液化天然气、液态制冷剂（乙烯、丙烷、丁烷等）、火灾危险性为甲_A类的辅助产品；

(2) 可燃液体：液态制冷剂（异戊烷）、火灾危险性为甲_B类的辅助产品、火灾危险性为丙_B类的导热油。高温的导热油操作温度高于其闪点时，视为乙_B类液体，这与现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160的规定相协调。

4 区域规划

4.0.3 本条对天然气液化工厂选址应避免的地区和地段作了规定：

1 根据现行国家标准《石油化工建（构）筑物抗震设防分类标准》GB 50453 的规定，天然气液化工厂的建（构）筑物多属于抗震设防乙类建（构）筑物。如果在抗震设防烈度为 9 度及以上的地区建厂，按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定，应符合本地区抗震设防烈度提高一度的要求，这将超出现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 所规定的适用范围，建（构）筑物的抗震加固的难度极大，不利于工厂的抗震安全。所以规定不应将抗震设防烈度为 9 度及以上的地区作为厂址。

2 本款依据《建设项目环境保护设计规定》国环字第 002 号、现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 等有关规定制定。

3 工厂所在地区一旦发生采矿塌落、错动以及山体崩塌、滑坡、泥石流、流沙、地面严重沉降或塌陷等地质灾害，将对工厂的人员生命和工厂的财产造成重大灾难，因此不应在该地区选址建厂。

4 蓄滞洪区是江河湖堤外洪水临时贮存的低洼地区，作为蓄洪的场所，常在江河湖洪水泛滥时被水淹没。其属于水利工程用地范畴，在此建厂存在安全问题，因此规定蓄滞洪区不应作为工厂建设用地。

5 机场净空保护区系保障安全飞行的空间区域，根据《中华人民共和国民用航空法》的规定，禁止在依法规定的民用机场范围内和按照国家规定的机场净空保护区域内修建可能在空中排

放大量烟雾、粉尘、废气而影响飞行安全的建筑物或设施，禁止修建不符合机场净空要求的建筑物或设施等。为保障工厂的建设不危及飞行器的安全，特制定本款。

6 如果厂址压覆矿床，必须经过国务院授权部门批准，否则不应选作为工厂建设厂址。

7 本款根据现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 的有关规定制定。

8 窝风地带对可燃气体扩散不利，不在此地带选址是为了防止可燃气体积聚，增加火灾爆炸危险。

4.0.4 液化烃、可燃液体发生泄漏后，可能流入水域，危及水域设施及航行安全，危及沿岸居民及重要设施的安全，污染水体，故作本条规定。

4.0.5 本条是强制性条文，必须严格执行。本条参照《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 - 2008 第 4.1.6 条、第 4.1.8 条编制。

公路是指除厂内道路以外的国家、地区、城市的公用道路，这些公路均有公共车辆通行。如果公路穿行生产区，会给防火、安全管理、保卫工作带来很大隐患。

地区架空电力线路若穿越生产区，一旦发生倒杆、断线或导线打火等意外事故，便有可能影响生产并引发火灾造成人员伤亡和财产损失。反之，生产区内一旦发生火灾或爆炸事故，对架空电力线也有威胁。

地区输油、输气管道是指与本企业生产无关的输油管道、输气管道。此类管道若穿越厂区，其生产管理与天然气液化工厂的生产管理会相互影响，且一旦泄漏或发生火灾会对天然气液化工厂造成威胁。同样，天然气液化工厂生产区发生火灾爆炸事故也会对输油、输气管道造成影响。

4.0.6 本条规定是为防止泄漏的可燃液体进入江河、排洪沟而引起火灾事故或污染水体。

4.0.7 为了减少天然气液化工厂与周围居住区、相邻厂矿企业、

交通干线等在火灾事故中的相互影响，本条规定了天然气液化工厂的防火间距。对表 4.0.7 说明如下：

(1) 居民区、公共福利设施及村庄都是人员集中的场所，为了确保人身安全和减少与天然气液化工厂之间的相互影响，规定了较大的防火间距。本标准在规定这些防火间距时，主要参考了现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 的有关规定。

(2) 表中“相邻厂矿企业”是指除石油和天然气化工、煤化工企业和天然气工厂以外的工厂。由于相邻工厂围墙内的规划与实施不可预见，故防火间距的计算从天然气液化工厂内距相邻工厂最近的设备、建（构）筑物起至相邻工厂围墙止。当相邻工厂围墙内的设施已经建设或规划并批准，防火间距可算至相邻工厂围墙内已经建设或规划并批准的设施，但应与相邻工厂达成一致意见，并经安全主管部门批准。

(3) 与厂外铁路线、厂外公路、变配电站的防火间距主要参照现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160、《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 的规定。为了确保国家铁路线、国家或工业区编组站、高等级公路的安全，部分设施之间适当增加了防火间距。

(4) 液化天然气储罐（组）的火灾规模、扑救难度均大于工艺装置，且发生泄漏后造成的危害更大。因此，液化天然气储罐（组）与相邻工厂或设施之间规定了较大的防火间距。

(5) 天然气液化工厂与地区输油、输气管道的防火间距参照现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的规定。

4.0.9 天然气液化工厂与石油和天然气化工、煤化工企业生产性质类同，火灾危险性相似，企业的管理要求、人员素质、消防设施的配置等类似，执行的防火安全设计标准相同或相近，目前各地一般将这些企业统一集中布置在能源化工工业园区，为有效利用园区土地，在满足安全的前提下，天然气液化工厂和这些企业的防火间距与其他类型的企业有所区别。

5 工厂总平面布置

5.1 一般规定

5.1.2 为防止事故状态下大量泄漏的可燃气体扩散至明火地点或火源不易控制的人员集中场所引起爆燃，故作本条规定。

5.1.3 储罐布置在地势较高处，泄漏后的液化烃或可燃液体易流向地势较低处，使事故范围扩大，可能会酿成更大的事故，所以宜将液化烃及可燃液体储罐布置在工厂地势较低处；在山区或在丘陵地区建设天然气液化工厂，由于地形起伏较大，为了减少土石方工程量，厂区一般采用阶梯式竖向布置，当受条件限制液化烃及可燃液体储罐布置在较高阶梯时，为防止液化烃及可燃液体流到下一个台阶上，阶梯间应有防止液化烃及可燃液体漫流的措施。

5.1.4 要求液化天然气的装卸区、液化天然气灌装站布置在厂区边缘，且宜独立成区的原因是：

(1) 车辆来往频繁，排烟管可能喷出火花，穿行生产区是不安全的；

(2) 液化天然气装卸场地是外来人员和车辆来往较多的区域，为有利于安全管理，限制外来人员活动的范围，宜独立成区。

5.1.6 空气分离装置和仪表风用空气压缩机要求吸入的空气应洁净，若空气中含有可燃气体，一旦被吸入空分装置，则有可能引起设备爆炸等事故，因此应将空分装置和空气压缩机布置在不受可燃气体污染的地段。若确有困难，亦可将吸风口管道延伸到空气较清洁的地段。

5.1.7 由于厂外引入的架空电力线路的电压一般在 35kV 及以上，若架空深入厂区，一是需留有高压走廊，占地面积大；二是

一旦发生火灾损坏高压架空电力线，将影响全厂生产。若采用埋地敷设，技术比较复杂也不经济。为了既有利于安全防火，又比较经济合理，故规定总变电所应布置在厂区的边缘，但宜尽量靠近负荷中心。距负荷中心过远，由总变电所向各用电设施引线过多过长也不经济。

5.1.8 相邻厂矿企业的情况较为复杂，故规定生产区与其相邻一侧应设置非燃烧材料的实体围墙。

5.2 工厂内防火间距

5.2.1 本条规定了工厂内总平面布置时设施之间的防火间距。关于防火间距的规定原则、依据及执行注意事项如下：

(1) 防火间距确定的原则：

1) 防火间距是设施之间发生事故不相互影响，便于抢险、消防扑救的最小分开距离，其主要的目的是防止小事故升级为重大事故，减少、减轻火灾事故的损失，并不试图对灾难性事故或重大释放（泄漏）提供保护，不考虑小概率事故。

2) 制定防火间距的基本方法是根据物料的危险性、设施的危险性及其可能伤害对象的重要性，对某个设施可预见的事故及其后果进行分析研究，确定事故发生瞬间的伤害半径，制定对相邻设施的合理最小间隔间距。

(2) 防火间距确定的依据：

1) 参照我国同类标准，如我国现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160、《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183、《建筑设计防火规范》GB 50016、《城镇燃气设计规范》GB 50028 等，尽量保持国家标准之间的协调性。在这些标准明确可适用的部分直接采用这些标准。在这些标准不明确或者未涉及的部分，参考这些标准中关于液化石油气及液化烃的有关规定。如关于液化天然气储罐距相邻设施的防火间距，参照现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 中全冷冻式液化烃储罐的规定。再如，火炬对相邻设施的防火间距参照现行

国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 和《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的有关规定。

2) 合理借鉴国际先进标准, 力争与国际标准接轨, 如美国标准 NFPA[®] 59A *Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG)* (液化天然气生产、储存和装运)、美国联邦法规 49CFR193 *Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standards* (联邦安全标准: 液化天然气设施)、欧洲标准 EN 1473 *Installation and Equipment for Liquefied Natural Gas-Design of Onshore Installations* (液化天然气设备与安装 陆上装置设计)。本标准编制过程中, 认真分析研究国际标准, 有甄别地采用其中合理的部分, 如我国现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183、《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 对液化天然气储罐(或液化烃储罐)距工艺装置的防火间距的规定比 NFPA[®] 59A 偏大, 借鉴 NFPA[®] 59A 对同一转运作业有直接联系的设施间距要求不限的做法, 本标准适当减小了防火间距。

(3) 执行表 5.2.1 时需注意以下问题:

1) 液化天然气储罐以相邻最大容积的单罐确定, 此规定与我国现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 和美国标准 NFPA[®] 59A 的规定一致;

2) 工艺装置区内部布置不按此表执行;

3) 设施距厂区围墙的距离在执行本表时, 尚应考虑爆炸危险区域的划分, 爆炸危险区域的划分不应超出围墙范围。

5.2.5 本条规定参照现行国家标准《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》GB/T 20368 的有关内容编制。

5.3 厂区大门及道路

5.3.1 工厂的人流、物流出入口分开设置, 主要是考虑到行人的安全, 设置两个不同方位的出入口是考虑到厂区内液化烃、可燃液体、可燃气体泄漏扩散到出入口, 影响消防车辆的进入及人

员的安全疏散。

5.3.4 本条对天然气液化工厂内的消防车道布置提出了要求。

1 液化天然气储罐、工艺装置区、液化天然气装卸区、灌装站、危险品仓库等是火灾危险性最大的场所，其周围设置环形道路，便于消防车辆及人员从不同的方向迅速接近事故现场，并有利于现场消防车辆调度。如因地形或用地面积的限制等，建设环形道路确有困难的，可设置有回车场的尽头式道路。尽头式道路回车场的面积应根据消防车辆的外形尺寸，以及该种型号车辆的回转轨迹的各项半径要求来确定。18m×18m的回车场面积是考虑到重型消防车的要求。

2 当扑救储罐火灾时，利用水龙带对着火罐进行喷水冷却保护，水龙带连接不宜过长，根据消防灭火经验以不超过120m为宜。为方便操作，故规定任何储罐中心至道路的距离不应大于80m。

4 工厂内罐组及工艺装置区发生火灾时，往往动用消防车辆数量较多，为便于消防车辆快速方便进入火灾现场，故作此规定。

5.3.5 当场内道路高出附近地面2.5m时，为避免车辆从道路冲出，砸坏安装在附近低处的生产设施、储罐和地面管道，故作此规定。

6 工艺系统和装置

6.1 一般规定

6.1.1 原料气的组分、气量均可能随着气井开采情况以及季节等因素发生变化。另外，受市场及气源因素的影响，处理量可能上下波动范围较广，这些都会造成原料气中杂质含量和装置的处理量不稳定。工艺装置包括脱酸气单元、脱水单元、脱重烃单元、液化单元、冷剂循环单元以及储存单元等，各单元设计时应以设计工况点为依据，结合气源组分的变化范围、气量波动等情况合理选择设计参数，并选择能满足上下游操作弹性的相互匹配。

6.1.2 原料气预处理包括脱酸气、脱水、脱重烃、脱汞等工艺单元，脱酸气工艺有吸收法、分子筛吸附法、膜分离法等；脱水工艺有低温分离法、吸收法以及吸附法等；脱重烃工艺有低温分离法、重烃洗涤法和吸附法等；各单元的工艺路线选择均应根据原料特点、下游的工艺要求以及经济性、环保性等因素确定。

6.1.3 目前天然气液化工艺有膨胀制冷、混合冷剂制冷、阶式制冷等。根据经济性选择，膨胀制冷适用于小型液化装置，混合制冷适用于中小型装置，阶式制冷适用于大型液化装置。选择液化工艺时，还应根据预处理气的组成和压力、产品规格及保护环境等因素，在液化工艺中增加其他辅助工艺。如预处理气中氮气的含量较高时（产品对氮气的要求是小于1%）应考虑氮气脱除工艺，选择低温闪蒸或者低温精馏脱氮工艺；如根据预处理气中重烃的含量和组分，选择低温分离重烃工艺或重烃洗涤工艺。

6.2 工艺系统

6.2.1 天然气液化工厂由可燃气体泄漏引起火灾事故时，扑救或灭火的最根本的措施是迅速切断气源。在进入预处理装置前的

管道上设置紧急切断阀，是确保事故时能迅速切断气源的重要措施。紧急切断阀应具有远程操作功能，以防止事故时抢险人员不能接近现场。

6.2.2 总管道上设置计量设施，既可以起到校核上游计量设施的作用，同时也可以检测进入天然气液化工厂前的天然气管道是否漏气。为了对每套装置分别进行物料平衡和性能考核，每套装置的原料气进气管道都应设置计量设施。

6.2.3 原料气压缩机、冷剂压缩机以及 BOG 压缩机的放空气体和凝液均含有易燃易爆介质，考虑其安全和环保设计要求，设计时应集中处理。

6.2.4 当原料气压缩机和冷剂压缩机采用有油润滑的往复机，预处理工艺采用胺液（MDEA 或 MEA）进行脱酸处理时，压缩机的润滑油容易使胺液降解和发泡，并且原料压缩机和冷剂压缩机的润滑油将会增加脱重烃单元的负荷，甚至导致冷箱工艺流道堵塞。

6.2.5 天然气中的重烃、 CO_2 、 H_2S 、COS、芳烃、Hg 等杂质会堵塞或腐蚀下游设备和管道，故要求对原料气进行全组分分析，根据分析结果选择合理的预处理工艺。原料天然气中含有 C1~C6 等各种烃类，分析时应分析烃类中含碳原子最多的烃类的组分，其摩尔百分数小于或等于 1×10^{-6} 。

6.2.6 H_2O 和 CO_2 预处理不达标，进入冷箱后会堵塞冷箱的流道，因此在预处理之后，冷箱之前应设置在线微量水分检测、在线 CO_2 含量检测，能及时发现 H_2O 、 CO_2 杂质是否超标，并及时采取措施，如切断进入冷箱的天然气管道阀门，同时开启循环管线的阀门等。

6.2.7 预处理采用脱酸气工艺时，脱出的 H_2S 会对环境造成不良影响，排放时如果不满足国家有关环保的法规和标准要求时，应进行再处理，直至达标后才能排放。当预处理采用干法脱除酸性气体时，其再生气中含有大量的天然气，不宜直接放空，应考虑再生气的综合利用，如作为厂内燃料气或脱除到符合现行国家

标准《天然气》GB 17820 规定的排入管网等。

6.2.8 预处理采用吸附工艺时，吸附剂会因介质的流动冲刷而产生粉尘，造成粉尘堵塞下游管道或阀门，尤其是下游装置有膨胀机、板翅式换热器时对气流中所含的固体杂物要求更严，所以下游工艺应设置过滤器。

6.2.9 天然气中 O_2 的含量几乎为零，但煤层气、沼气等原料气中 O_2 的含量较高。当进行原料气压缩时，由于温度和压力升高，可能会达到其工况下的爆炸极限。另外，当采用 MDEA 脱除酸性气体时， O_2 在一定条件下会降低吸收剂（MDEA）的功效，并且在液化过程中很难液化，最终容易汇集在蒸发气中，致使蒸发气中 O_2 的含量在整个系统中达到最大，当后续工艺升压升温时，可能会达到其工况下的爆炸极限。参考中国石油天然气股份有限公司企业标准《天然气长输管道气质要求》Q/SY 30 - 2002，规定氧含量小于或等于 0.5%。

6.2.10 液化天然气的蒸发气中甲烷含量达到 70% 以上，直接排放会造成经济损失，并且破坏大气环境，因此宜通过重新液化、用作燃料气、重新压缩进入燃气管网等方式进行回收或利用。

6.2.11 装置在停车时，需要将系统中的冷剂置换，为了减少混合冷剂的放空，使装置的经济性和环保性更好，故规定设置回收罐，尽可能地回收系统中需要排空的液态混合冷剂。

6.3 装置内布置

6.3.1 天然气液化工厂装置内的设备、建筑物的火灾危险性与石油化工企业装置内的设备、建筑物的相似，表 6.3.1 主要参照现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160，并结合天然气液化工厂设施实际情况和装置特点而制定的。

6.3.2 露天或半露天布置，设备通风条件良好，便于可燃气体扩散。“受自然条件限制”是指建厂地区属于风沙大的地区或雨雪多的严寒地区。工艺装置的动设备如压缩机、泵等受自然条件

限制的设备可布置在室内。“半露天布置”包括敞开或半敞开式厂房布置。

6.3.3 当甲类装置的设备、建筑物区的占地面积大于 10000m² 时，用道路分割为面积较小的区域，一是考虑方便日常管理、维修，二是考虑在事故状态下方便人员疏散，方便消防车辆及抢险人员及时进入现场，防止事故蔓延扩大。面积过大不利于抢险作业及消防车辆通行。

6.3.5 为了防止泄漏的可燃液体漫流使事故扩大化，装置内地坪竖向设计应坡向导液设施；火灾事故时工艺装置区的消防喷淋水可能含有少量的油污，地坪竖向设计应有利于收集。

6.3.6 装置的控制室、机柜间、变配电所等为装置的重要设施，且其中的电气设备可能是点火源，因此其与可能发生泄漏的甲、乙类设备的房间不应布置在同一建筑物内。

6.3.7 装置的控制室、化验室是装置的重要设施，是人员集中的场所，为保护人员及生产运行的安全，从集中控制理念出发，提倡全厂统一考虑设置。

6.3.8 本条对机柜间、变配电所装置内的布置作出了规定。

1 装置的控制室、机柜间、变配电所是装置的重要设施，为保证装置的安全运行，要求将其布置在装置边缘。

2 本款规定的“应高出室外地坪不小于 0.6m”是指爆炸危险场所附加 2 区的建筑物高度范围，附加 2 区的水平范围是距释放源 15m ~ 30m 的范围。

3 本款规定是为了在装置发生事故时能有效地保护室内设备及人员安全。耐火极限不低于 3h 的不燃烧材料实体墙是按照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中防火墙的定义要求的。

6.3.9 控制室、化验室是人员比较集中的场所，且室内电气设备一般为非防爆电器，若安装可燃介质的在线分析仪器，一旦设备或管道发生泄漏可能引起安全事故。

6.3.10 在线分析仪表间靠近取样点布置，是为了确保能实时准

确的分析和检测。

6.3.12 天然气液化工厂中的明火加热炉一般包括天然气加热炉和导热油炉，属于明火设备。在正常情况下火焰不外露，不可能发生火花散发情况。但在不正常情况下可能向炉外喷射火焰，如遇泄漏后扩散的可燃气体也可能发生爆炸和火灾，如将其分散布置在装置内，必然增加发生事故的概率；另外，天然气加热炉和导热油炉距可燃气体和可燃液体设备均要求有较大的防火间距，如将其分散布置必然会增加装置占地，所以宜将加热炉集中布置在装置的边缘。

可燃气、液化烃或和可燃液体设备如大量泄漏，有可能扩散至加热炉而引起火灾或爆炸。因此规定明火加热炉应布置在可燃气体、液化烃和可燃液体设备的全年最小频率风向的下风侧。

6.3.13 燃料气分液罐、燃料气加热器等为加热炉的附属设备，但又存在泄漏危险，故作此规定。

6.3.14 天然气液化工厂的装置储罐（组）的储存介质主要是液化烃、可燃液体辅助产品及制冷剂，储存量通常均较小。为了满足工艺要求，平衡生产，减少能耗和投资，方便生产管理，在装置储罐总容积满足本条第1款、第2款规定时，允许将其布置在装置内或装置的边缘。对装置储罐储存总量和单罐容量进行限制，其要求比现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160的有关条款更严格，是因为天然气液化工厂装置储罐储存的液化烃、可燃液体辅助产品及制冷剂存量通常较小，更主要是为减少影响装置生产的不安全因素，减少灾害程度，确保安全。装置储罐组属于装置的一部分。考虑到对装置储罐组总容积已有所限制，装置储罐组的专用泵仅要求布置在防火堤外，其与装置储罐的防火间距不限。

6.3.16 本条对可燃气体压缩机的布置及厂房的设计作出了规定。

1 可燃气体压缩机是容易泄漏的旋转设备，为避免可燃气体积聚，故推荐布置在敞开或半敞开厂房内。

2 本款是针对所有压缩机而言。

3、4 强调防止可燃气体积聚。

6.3.17 本条对液化烃泵、可燃液体泵的布置作出规定。

1 为避免可燃气体积聚，推荐采用露天、半露天布置，半露天布置包括敞开式或半敞开式厂房布置。液化烃泵发生火灾事故的概率较高，应尽量避免在其上方布置甲、乙、丙类工艺设备。

2 液化烃泵泄漏的可能性及泄漏后挥发的可燃气体量都大于操作温度低于自燃点的可燃液体泵，故规定分别布置在不同房间内。

6.3.19 介质为液化天然气及甲类制冷剂的环境气化器、远程加热气化器均属于甲类工艺设备，整体式加热气化器视为有明火或散发火花地点，与厂内其他设施的防火间距执行本标准表 5.2.1 的有关规定。甲类气体（如液化天然气的蒸发气）的加热器布置也可按本条的规定执行。

6.4 材料选用及绝热、防腐

6.4.1 本条对设备材料的选用作出规定。

3 一般最常用的材料暴露在极低温度条件下时，将因脆性断裂而失效，尤其是碳钢的抗断裂韧性在液化天然气温度下（ -162°C ）是很低的，因此用于与液化天然气接触的保冷材料应当验证其抗脆性断裂的性能。现行国家标准《液化天然气的一般特性》GB/T 19204 中推荐了数种与液化天然气直接接触而不会变脆的主要材料。

6.4.2 本条对管道材料的选用作出了规定。

2 鉴于目前国内管道设计标准较多，规定内容出入较大，选用现行国家标准《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 作为最终的评判标准比较符合当前的国情。该标准的许用应力等参数与美国标准相近，也利于引进项目的设计。

6.4.5 本条对设备及管道绝热设计作出了规定。

2 本款规定参照现行国家标准《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》GB/T 20368 制定。绝热材料应在各种紧急状态下保持稳定的性能，如暴露在火焰、热/冷环境或水中。

7 储存装卸系统

7.1 一般规定

7.1.1 当天然气液化工厂用于调峰时，为满足调峰要求，其储存规模要求会相应增大；当工厂位于北方寒冷地区时，受冬季大雪天气和运输条件等的影响，储存规模会相应增大；制冷剂的储存规模要根据生产消耗量和当地运输条件等确定，如制冷剂生产厂距离工厂较远时，运输时间和储存天数会相应增大。

7.1.3 本条规定了设计压力大于或等于 100kPa 的储罐的设计和制造标准。

7.1.4 本条规定了设计压力小于 100kPa 的储罐的设计和制造标准。在常压圆筒平底立式储罐制造标准方面，国际标准有美国标准 API620 *Design and Construction of Large, Welded, Low-pressure Storage Tanks* (大型焊接低压储罐设计与建造)，欧洲标准 EN14620 *Design and Manufacture of Site Built, Vertical, Cylindrical, Flat-bottomed Steel Tanks for the Storage of Refrigerated, Liquefied Gases with Operating Temperatures between 0°C and -165°C Metallic Components* (设计和现场建造立式、圆筒形、平底、钢制、操作温度介于 0°C ~ -165°C 的冷冻液化气储罐)，本条规定的现行行业标准《大型焊接低压储罐的设计与制造》SY/T 0608 和现行国家标准《现场组装立式圆筒平底钢质液化天然气储罐的设计与建造》GB/T 26978 均采用以上两个国际标准的主要条款。

7.1.5 液化天然气储罐发生泄漏后，在常压下的介质温度很低，储存其他介质储罐（如常温储存的液化烃储罐或其他可燃液体储罐）的罐体材质是不能适应其温度条件的，低温工况会对这些储罐的罐体产生不利影响，从而影响这些储罐的安全，因此液化天

然气储罐需单独成组布置。

7.2 液化天然气储存设施

7.2.1 对本条内容的说明如下：

(1) 液化天然气储罐按照储罐的形状、材料、围护结构及防护型式等划分，主要有以下几种类型：

- 1) 单容立式或卧式圆筒形金属罐；
- 2) 双容立式平底圆筒形金属内罐和金属或混凝土外罐；
- 3) 全容立式平底圆筒形金属内罐和金属或混凝土外罐；
- 4) 立式平底有金属内薄膜的预应力筒柱形混凝土罐；
- 5) 低温筒柱形混凝土罐，包括混凝土内罐和预应力混凝土外罐；
- 6) 球罐。

(2) 目前天然气液化工厂、液化天然气气化站、液化天然气储配站等设施内储罐的储存方式主要采用储罐设计压力大于或等于 100kPa（即压力储存）和储罐设计压力小于 100kPa 两种方式，根据储存方式和建设条件不同，主要采用以下几种类型的储罐：

1) 真空绝热罐：通常为单容罐，采用压力储存方式，通常操作压力在 0.2MPa~1.0MPa 之间，常用于小型液化天然气储罐。内罐为立式或卧式圆筒形压力容器，外罐为真空容器。夹层空间抽真空，填充多孔微粒绝热材料、纤维绝热材料或设置多层由绝热材料间隔的热辐射屏等。通常根据工厂预制和运输的要求，单台储罐容积不大于 250m³。

2) 子母罐：通常为单容罐，采用压力储存方式，通常操作压力在 0.2MPa~1.0MPa 之间。常用于中、小型液化天然气储罐。内罐（子罐）由多台（3 台以上）立式圆筒形压力容器并联组成，单台子罐容积一般为 100m³~300m³，底部为裙座或支腿式支撑。外罐（母罐）为立式平底拱顶圆筒形常压罐，夹层间采用粉末（例如珠光砂）堆积绝热，并充入氮气隔绝空气。子母罐

容积一般为 $300\text{m}^3 \sim 3000\text{m}^3$ 。

3) 立式平底圆筒形罐：通常采用单容罐、双容罐、全容罐和薄膜罐，储罐设计压力小于 100kPa 。常用于大、中型液化天然气储罐。内罐多采用立式平底圆筒形低温金属罐，外罐采用立式平底圆筒形金属罐或混凝土罐，夹层间采用粉末（例如珠光砂）堆积绝热，最大罐容可达到 270000m^3 。储罐按照设置类型划分，有地上式、半地下式及地下式。不同类型储罐的划分内容可参照国家标准《液化天然气设备与安装 陆上装置设计》GB/T 22724 - 2008 中附录 D 和《现场组装立式圆筒平底钢质液化天然气储罐的设计与建造 第一部分：总则》GB/T 26978.1 的有关规定。

4) 球罐：属于单容罐，采用压力储存方式，通常操作压力在 $0.2\text{MPa} \sim 1.0\text{MPa}$ 之间。内罐为不锈钢球形压力容器，外罐为碳钢球形真空外压容器，夹层通常为真空粉末绝热。国内也有采用内罐为不锈钢球形容器，外罐为碳钢立式固定顶罐，内外罐之间填充珠光砂绝热的球罐。单台储罐容积一般为 $200\text{m}^3 \sim 3000\text{m}^3$ 。

7.2.3 本条对液化天然气储罐成组布置作出规定。

1 由于不同类型的液化天然气储罐的工艺流程、安全措施、发生火灾时的表现形态、消防配置等有所不同，为便于布置、安装和生产管理，分别成组布置是合理的。通常真空绝热罐及球罐、子母罐、设计压力小于 100kPa 的单容罐、设计压力小于 100kPa 的双容罐、全容罐及薄膜罐分别布置在不同罐组内。

2 本款主要针对真空绝热罐、子母罐及球罐等设计压力大于或等于 100kPa 的单容罐进行了规定。由于储罐需工厂预制、运输条件限制等原因，一般真空绝热罐的单罐最大容积为 250m^3 ，同时，随着单罐容积的增大，发生事故时产生的危害程度也随之增大。美国标准 NFPA[®] 59A *Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG)*（液化天然气生产、储存和装运）在划分储罐总容积和

规定拦蓄区内储罐间距时也是按照罐容积 265m^3 来区分的。因此，本条规定单罐容积不超过 250m^3 作为分界。设计压力大于或等于 100kPa 的储罐与设计压力小于 100kPa 的罐相比，储存压力大，发生事故后产生的危险性也大，发生泄漏后喷溅距离较远，容易影响相邻储罐。为了减少和限制储罐泄漏后的影响范围，参照现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 中关于全压力式或半冷冻式低温储罐（如低温乙烯压力储罐）罐组内储罐数量的要求，规定罐组内总储罐个数不超过 12 个。单罐容积介于 $300\text{m}^3 \sim 3000\text{m}^3$ 时，相对小型储罐其储量危险性大，要求采取严格的安全措施。依据上述原则，隔堤内储罐总容积不超过 3000m^3 ，罐组内储罐总容积不超过 6000m^3 。

液化天然气储罐采用设计压力大于或等于 100kPa 的子母罐时，由于子罐一般在工厂制造，子罐容积通常不超过 300m^3 ，母罐容积通常不超过 3000m^3 。规定罐组内子母罐个数不超过 4 个，主要是考虑在储罐起火时便于对着火罐和邻近罐进行扑救和冷却。如超过 4 个，会给灭火操作和对相邻储罐的冷却保护带来一些困难。

3 美国标准 API Std 2510 *Design and Construction of LPG Installations*（液化石油气设施的设计和建造）和 NFPA58 *Liquefied Petroleum Gas Code*（液化石油气规范）规定，每一个低温 LPG 储罐都应设置隔堤。考虑到设计压力小于 100kPa 的单罐的容积较大，为避免发生事故时，影响邻近储罐和减缓灾害的扩大，规定每一个储罐都应设置隔堤。目前国内天然气液化工厂、液化天然气储配站、气化站中设计压力小于 100kPa 的单罐应用较多，其容积以 5000m^3 居多。为减少储罐发生事故时的危害程度，故规定单罐容积大于 5000m^3 时应单独成组布置。

4 设计压力小于 100kPa 的储罐与设计压力大于或等于 100kPa 的储罐储存压力、温度、储罐类型、流程配置、防火堤布置、采取的消防措施等均存在差异，发生火灾、泄漏事故时产生的危害程度也不同，为避免相互影响，便于操作管理，故应分

别成组布置。

5 罐组内的储罐不应超过两排，主要是考虑在储罐起火时便于扑救。如超过两排，中间一个罐起火，由于四周都有储罐，会给灭火操作和对相邻储罐的冷却保护带来一些困难。按照不超过两排设置储罐，便于设备的安装和维修，在事故抢险时更安全快捷。

7.2.4 现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160规定，容量大于 100m^3 全冷冻式储罐之间的最小距离为 $0.5D$ 。容量小于或等于 100m^3 的储罐之间的间距，本条规定为 $1.0D$ ，主要是考虑到低温液体泄漏时可能呈现喷溅、射流的方式，会对相邻储罐及附件和操作人员造成冷损坏或伤害，间距适当扩大，能降低危害程度。地下储罐在发生火灾和泄漏事故时，安全性较地上布置储罐高，同时进出口均设置在顶部，发生泄漏的概率和泄漏后危害的扩散程度均较低，故适当减少距离是合理的。

本条规定两排储罐之间的最小防火间距的要求，是为了满足管道安装、检修和操作便利，发生事故时也有利于消防和疏散。

7.2.5 本条对液化天然气罐组防火堤和隔堤的设置作出了规定。

1 液化天然气双容罐、全容罐和薄膜罐的外罐可以包容低温液体，故可不设置防火堤。

3 本款规定与美国标准 NFPA[®] 59A *Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG)* (液化天然气生产、储存和装运) 的有关规定一致。

7 防火堤内集液池可收集液化天然气管道系统（如法兰、阀门等处）泄漏的液化天然气。正常操作时，集液池内收集的雨水和其他污水可通过潜水泵提升至防火堤外。若采取自流排水，应采取措施防止液化天然气通过排水系统外流。

9 液化天然气大量泄漏后不会立刻吸热蒸发，会在防火堤内聚集。为便于收集防火堤内泄漏液体，避免液体散流，减缓蒸发气体的形成和扩散，泄漏区域地面需硬化处理。

7.2.6 液化天然气管道属于低温管道，泵进口管道长度过长时

泵极易出现气蚀现象，会影响泵的正常运行。当罐区面积较大，为满足工艺运行要求，会出现布置在防火堤内的情况。设置远程停车按钮是防止泄漏时操作人员不能靠近而无法及时切断的情况发生。

7.2.7 本条所指的液化天然气储罐日蒸发率为静态蒸发率，是指储罐达到额定充满率（额定充满率指储液量达到设计规定的最高储存液面时，其储罐内液体的体积与储罐的几何容积之比），静置达到热平衡后，24h内自然蒸发损耗的低温液体质量与储罐储存容积下低温液体质量的百分比，换算为标准大气压（101.325kPa）和环境温度（20℃）的状态下的蒸发值，单位为%/d。日蒸发率是衡量储罐绝热保冷性能的重要指标，也是储罐的重要经济指标，是在满足工艺操作要求的基础上，综合投资费用和操作运行费用因素，由储罐设计方和用户最终确定。国内外液化天然气储罐设计经验对该数值的要求如下：设计压力小于100kPa的储罐，单容罐及双容罐日蒸发率不宜大于0.08%，全容罐宜控制在0.04%~0.08%之间，薄膜罐宜控制在0.075%~0.1%之间；真空绝热储罐日蒸发率不宜大于0.27%，球罐和子母罐不宜大于0.25%。

7.2.8 本条对液化天然气储罐的设计作了规定。

1 为了防止罐内液体发生分层现象，通常顶部进料，管道端部设置防止液体进罐时产生水平应力和管道振动的设施，底部充装液化天然气时设置能够充分混合罐内介质及防止搅动、喷溅和虹吸的设施。

2 预冷管道主要保证储罐在初始进料时能够被均匀冷却或用于正常操作时冷却罐内气液相的温度。预冷管道可采用喷嘴装置或采用管道设开孔的喷淋环管或水平管。由于储罐冷却过程中，对储罐温度变化速率的控制比较严格，因此预冷管道进罐管道上通常有设置压力、温度、流量仪表和流量调节阀，通过监测和控制进罐低温液体的流量，控制储罐温度的变化速率。

3 真空绝热储罐设计中，顶部进料管道多采用喷淋管路，

兼作储罐冷却管道，此时喷淋孔截面积总和一般不小于进料管道的截面积。

5 低温液化天然气储罐在进料时，如果因为两者的温度和密度存在差异罐内的液化天然气与正在进罐的液化天然气之间不能充分混合，就会在储罐内出现温度—密度梯度，形成“分层”现象。上层密度较轻的液化天然气由于其轻组分甲烷不断的闪蒸气化，密度逐渐变重。同时下层的液化天然气不断从罐壁吸收热量，轻组分不断气化分离出来，其密度也随之变大。下层液体的密度大于上层液体的密度，由于热量输入到储罐中而产生上下层间的传热、传质及液体表面的蒸发，上下层之间的密度将达到均衡并且最终混为一体。这种自发的混合称为“翻滚”现象。如果下层液体的温度过高（相对于储罐蒸气空间的压力而言），“翻滚”将伴随着蒸气逸出而增加。有时这种增加速度快且量大。在有些情况下，储罐内部的压力增加到一定程度将引起泄压阀的开启。潜在的“翻滚”事故发生前，通常有一个时期其气化速率远低于正常情况。因此应密切监测气化速率以保证液体不是在积聚热量，并应设法使液体循环以促进混合。储罐内液化天然气的“翻滚”将会大大增加液化天然气的蒸发量，容易造成罐内的超压，同时影响储罐的稳定性，增加储罐操作的不安全因素。

为了防止液化天然气“分层”后“翻滚”现象的发生，应充分混合罐内的液化天然气。例如，采用适合的进料方式、循环罐内液化天然气或机械搅拌来防止出现分层。由于子母罐和真空罐的子罐和单罐容积较小，发生“翻滚”现象的可能性较小，因此不予考虑。

7 在储罐开停工阶段，为保证安全操作及储罐绝热效果，通常通过储罐罐顶设置采样口，对罐内的气体进行采样，分析气体的氧含量和露点。

8 规定设计压力小于 100kPa 的储罐进出口管道优先采用罐顶部开口，能够避免和减少进出管道发生泄漏后产生的危害。当储罐管道从储罐底部或侧壁进出时（对于单容罐是指内罐进出

管道), 为避免管道、管件或与储罐连接处发生泄漏, 应采用焊接连接, 或紧靠储罐设置内置式切断阀 (主要部分安装在罐内的切断阀), 当阀门下游出现泄漏事故时, 能够快速切断。

7.2.12 储罐仅设置单套液位测量仪表, 测量信号可能会因为液体中夹杂的气泡、设备故障等原因而不准确, 储罐设置两套独立的液位检测仪表 (所谓“独立”即检测仪表必须是各自独立的系统, 均能独立获取液位数据和设置高限值、低限值液位报警), 相互校验, 保证测量数据的可靠性。对于设计压力小于 100kPa 的储罐, 由于储量较大以及储罐结构形式的限制, 为避免出现过装和冒罐的风险, 对于液位高限值的控制尤为严格, 另设独立的高低液位报警检测仪表 (可采用不同类型的液位测量仪表) 与两套液位检测仪表的高低液位信号报警并三取二后联锁, 能够进一步确保信号和联锁动作的可靠性。

7.2.13 本条对液化天然气储罐和泵的压力检测作出了规定。

1 液化天然气储罐设置的压力检测仪表应满足对正常操作压力、高低压、高限和低限压力的检测。正常操作压力检测仪表用于监控和调节储罐压力, 例如调节蒸发气压缩机的负荷; 高低压压力检测仪表宜独立于正常操作压力检测仪表, 用于超压排放阀或破真空补气阀的控制; 超高限和超低限压力检测仪表通常独立设置, 可采用三取二取压方式, 当液化天然气储罐压力超高限和超低限时, 用于报警、紧急切断和停车。

2 为避免由于内外罐压差变化过大, 对储罐的安全产生危害, 需对内外罐压差进行检测, 可通过在内外罐间设差压表或通过绝热层设压力表, 进行差压检测。

7.2.14 本条对液化天然气储罐和泵的温度检测作出规定。

1 液化天然气设计压力小于 100kPa 的储罐气相空间是指吊顶与穹顶之间的气相空间, 以及吊顶与内罐液相之间的气相空间; 对于真空绝热罐、子母罐和球罐等压力储罐是指内罐液面以上的气相空间。

3 由于设计压力小于 100kPa 的储罐和球罐的容积较大、

液位较高，易造成不同高度液面温度出现差异，为保证对不同高度液体温度的监测，应设置多点温度测量仪表。

4 储罐在开工预冷或停工升温过程中，需要对内罐罐板温度的变化进行严格的监控，通常设计压力小于 100kPa 的储罐会对内罐罐壁不同高度及内罐罐底板不同的半径范围的温度进行检测，而压力储罐会对筒体罐壁或球罐罐板温度进行检测。

5 为保证及时和准确监测内罐泄漏事故，通常在外罐内壁下部和内外罐之间环形空间底部设置温度检测仪表。

6 为避免由于机泵进口温度超高或循环操作等原因造成泵出口温度超高，影响低温液体的安全输送，在泵进出口设置温度检测仪表和报警是必要的。

7.2.16 根据储罐容积、工艺操作条件等情况，通常设置 LTD 系统，主要对罐内不同液位高度的液体密度进行检测，有助于监测不同密度的液体在罐内出现分层现象，是预测和避免翻滚发生的措施之一。

7.2.19 本条对液化天然气储罐的安全保护作出了规定。

2 当液化天然气储罐压力超出高限值时，除报警外，为避免压力继续升高，可联锁切断进液和储罐气相增压设施。

3 当液化天然气储罐压力低于低限值时，除报警外，为减少真空安全阀的开启及空气进入储罐，可联锁停运储罐外输泵和蒸发气压缩机。

8 对于子母罐等内罐与绝热层完全隔离的储罐，在发生火灾或内罐泄漏时，绝热层内气体或泄漏介质会因为大量吸热而产生超压气体，需通过紧急泄放装置排放超压气体，可采用泄压人孔、爆破片或其他泄压装置。对于此类储罐绝热层通常采用气体密封，设置用于绝热层正常小呼吸（受环境压力和温度变化产生的呼气和吸气）的呼气阀和补气阀，为减少事故泄压装置开启，泄压装置的开启压力尚应高于呼气阀的排气压力，泄压装置的吸气压力应低于吸气阀的进气压力。

10 当液化天然气储罐安全阀出口直接排向大气时，为减少

对周围设施、人员等产生不利的影响，安全阀及排放管口的高度和方位等应尽可能位于安全的地点。

7.3 液化天然气汽车装卸车设施

7.3.2 本条对装卸区的布置作出规定。

5 液化天然气装卸站内凝液罐及装车控制室、办公室、仓库、维修间等装车附属设施存在人员活动及电气设备，汽车槽车在装卸车过程中可能发生气体排出和泄漏等情况，为尽量避免因此可能产生的风险，规定至少 15m 的安全距离。

7 在液化天然气槽车装车过程中，为保证在出现液化天然气泄漏时能够有效和快速的收集泄漏液体，通常装车栈台区域内的地面坡向该区域设置的导液沟，设计的地面坡向通常不小于 3‰。

7.4 液化天然气灌装站

7.4.1 推荐采用敞开或半敞开式建筑物是为了有利于可燃气体扩散，保证安全操作。液化天然气泄漏后首先气化为接近液体温度的低温气体，此时的气体比空气重，即为重气。而半敞开式建筑物四周下部有墙，不利于重气扩散，故要求下部采取防止可燃气体体积聚的措施，如自然通风或机械排风。

7.4.5 本条参照现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的有关规定制定。

8 管道布置

8.1 一般规定

8.1.5 间断操作的装卸管道和泵进出口管道等，需要保持管道处于低温状态，减少由于管内温度过高而产生的大量气化气体，保证系统平稳、安全和快速地启动。通常可采取保冷循环设计或泄压降温设计。

8.1.6 液化天然气管道为低温管道，管道应力较常温管道大，而水击产生的水击力可能会加大管道内瞬时压力和应力，特别是一些长距离、大口径的管道（如码头装船和装车管道）。为保证管道系统安全运行，故作此规定。

8.2 管线综合布置

8.2.2 地上管道的施工、日常管理、检修各方面都比较方便，而管沟和埋地敷设恰恰相反，破损不易被及时发现。管沟内容易积存可燃气体，一般采用填砂等措施。

8.2.3 管道沿地面或低支架敷设对消防作业有较大影响，故作此规定。

8.2.4 管道埋设在冰冻线以下主要是防止冻土力破坏管道。

8.2.5 比空气重的可燃气体一般扩散范围在 30m 以内，故作此规定。

8.2.6 易发生泄漏的管道附件是指金属波纹管或套筒补偿器、法兰和螺纹连接等。

8.2.7 工艺管道或含可燃液体的污水管道输送的大多为可燃物料，检修次数较多，为此开挖道路，必然影响车辆正常通行，尤其发生火灾事故时，会影响消防车通行，危害更大。通常道路的路肩也是可行车的部分，因此，也不允许敷设上述管道。

8.2.8 外部管道通过与其无关的工艺装置、系统单元或罐组，操作、检修相互影响，会造成管理不便。

8.2.11 大直径管道尽量靠近管廊柱子布置，有利于管廊的结构设计，经济合理；液化烃和腐蚀性介质管道布置在下层，一旦发生泄漏，不会影响到管廊上其他管道，减小事故的危害。本标准对管道净空高度的规定与现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 和《工业金属管道设计规范》GB 50316 的要求是一致的。

8.3 工艺及公用工程管道

8.3.5 液化天然气储罐由于基础考虑通风，通常进出口管口的位置距离地面较高，因此要求储罐管道布置设计时，进出管口集中设置平台，方便操作。

8.3.6 可燃气体、液化烃及可燃液体管道若泄漏，易发生火灾事故，因此，这类管道所处的建筑物，要求有通风及可燃气体报警措施。

8.5 阀门布置

8.5.1 本条规定与现行行业标准《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012 的要求相一致。

8.5.4 低温阀门一般是指设计温度低于 -46°C 的阀门，其特点是在主阀体与操作手轮之间装有气柱和加长阀盖结构，这种结构的作用使阀门从极低温度到工作点有一个温度梯度，等于或大于工作点时，气柱将处于某一能使液化气体不再是液态而恢复为气态的温度，并且阀盖加长的长度应能使阀杆填料的材料保持在允许操作的温度范围内。为了避免液态介质充满气柱，阀门要求装在水平管道上，阀杆方向一般要求垂直向上。

8.6 管道应力分析与支吊架

8.6.3 设备管口的作用力和力矩有限制，管道的荷载尽可能地

由管道自身的支吊架承担，一般需要在管口附近设置合理的支吊架，满足管口受力的要求；泵进出口管道对管口的作用力和力矩还应不低于美国标准 API Std610 *Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries*（石油、化工和天然气工业用离心泵）的要求，离心式压缩机进出口管道对管口的作用力和力矩还应不低于美国标准 API Std617 *Axial and Centrifugal Compressors and Expander-compressors for Petroleum, Chemical and Gas Industry Services*（石油、化工及气体工业用的离心压缩机以及膨胀机-压缩机）的要求。

8.6.5 压缩机进出口管道支架承受的动荷载通常较大，若和房子基础共用，会互相影响，因此要求基础独立设置。

9 安全泄放设施

9.1 一般规定

9.1.1 本条对设备或管道设置超压泄放装置作出了规定。

6 减压阀失效后，如果减压阀后的管道无法承受阀前压力，将会损坏阀后管道。

7 对液化烃及可燃液体而言，一般封闭管段内的液体受周围环境温度、阳光辐射或伴热影响产生热膨胀或者气化可能导致管道或设备超压。如液化天然气的沸腾温度取决于其组分，在大气压力下通常在 $-166^{\circ}\text{C}\sim-157^{\circ}\text{C}$ 之间。沸腾温度随蒸气压力的变化梯度约为 $1.25\times 10^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Pa}$ ，所以对于不排空的液化烃及可燃液体管道应考虑停用后的安全措施，如设置管道排空阀或管道安全阀。

9.1.3 对本条第2款内容说明如下：

根据国家标准《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21-2016第9.1.3条第4款的规定，安全阀与保护对象或排入设施之间可以装设切断阀，但正常运行时切断阀必须处于全开位置并应铅封或锁定。

9.1.7 经过调查，国内日处理量 $50\times 10^4\text{ m}^3$ 以上的天然气液化工厂均设置火炬，日处理在 $50\times 10^4\text{ m}^3$ 以下的工厂有的设置，有的并未设置。由于火炬或其他安全放空系统（如集中放空管）的设置与工厂可燃气体排放量有直接的关系，而可燃气体的排放量通常与工厂天然气的处理规模、事故状态冷剂的排放量、储罐的排放量等因素有关。根据石油化工企业的运行经验，火炬设施应能够安全和有效地处理工厂排放的可燃气体。同时由于国家有关大气排放环保标准和各地环保部门对工厂可燃气体的排放有具体的规定，因此火炬或其他安全排放设施的设置应根据工厂的天

然气处理规模、排放气体量、周边环境及工程所在地环保部门和有关标准的要求等统筹规划。

9.2 可燃气体排放

9.2.1 全厂可燃气体排放系统包括两部分：全厂可燃气体排放管网、火炬设施或全厂可燃气体放散设施。火炬设施包括火炬、分液罐等火炬附属设备。

9.2.2 对本条各款内容说明如下：

1 压力小于 100kPa 的液化天然气储罐的设计压力、罐顶安全阀的开启压力均较低，如果安全阀紧急排放量较大、排放管道距离较长，安全阀后背压较高可能导致液化天然气储罐超压排放不利而损坏储罐，目前国内外的通常做法是将安全阀排出的可燃气体直接排向大气。

2 如预处理装置排放的酸性气体，其含有的剧毒介质如果燃烧不完全进入大气，会对环境造成危害，腐蚀性介质可能腐蚀管道。在正常生产条件下，全厂可燃气体排放系统主管网内的可燃气体如需要回收作为燃料气使用，剧毒介质或含有腐蚀性介质的气体是不允许进入的。对于少量剧毒介质或腐蚀性介质的气体，通常在装置内设处理设施。

9.2.4 液化天然气是以甲烷为主要组分的烃类混合物，通常当排放温度高于 -112°C 时，液化天然气蒸气的密度比 15.6°C 下的空气小，易向高处扩散。如果排放气体的密度比空气大，需要采取措施（如设置加热设施或提高排放管的高度）使排放气体的密度满足排放要求，避免排放气体沉降积聚至周围环境。

9.2.5 放空管的高度要求，主要是保证工作平面上、建筑物屋顶上工作人员以及地面通行人员的安全。

9.2.6 当安全阀出口管道或放空管垂直排向大气时，环境中的凝结水和雨水会进入管道内，为保证出口管道的通畅，同时避免冰冻等情况的发生，放空管道的底部需设置排液阀或泪孔等措施，及时排放管道内积聚的液体。

9.2.8 天然气液化工厂中的液化天然气、乙烯储存温度较低，液化天然气储存温度一般在 -162°C 左右，液化乙烯在 -104°C 左右。事故排放时，低温液体转化为气体时会大量吸热，设置能力足够的气化器使液体完全气化是为了防止进入火炬的气体携带可燃液。

9.3 液化烃及可燃液体排放

9.3.2 本条为强制性条文，必须严格执行。设备和管道内残存的液化天然气、其他液化烃及可燃液体或可燃气体管道内的凝液就地排放会引发火灾事故，危及周围设施，同时不利于环境保护。

由于液化天然气遇到水会吸热产生大量蒸发气体，在封闭的排水沟内极易形成爆炸性环境。排水沟系统多与周边区域排水设施相连，如发生爆炸会对终端内部或外部其他设施产生危害。封闭的排水沟（管）是指排水暗沟（管）和雨水沟（管）等。

9.4 泄漏控制

9.4.1 本条参照现行国家标准《液化天然气设备与安装 陆上装置设计》GB/T 22724 和欧洲标准 EN 1473 (2007 Edition) *Installation and Equipment for Liquefied Natural Gas-Design of Onshore Installations* (液化天然气设备与安装 陆上装置设计) 制定。

9.4.2 本条参照现行国家标准《液化天然气 (LNG) 生产，储存和装运》GB/T 20368 制定。

9.4.4 为了保证泄漏的液化天然气能够迅速收集，可通过导液沟自流进入集液池，导液沟的坡度通常不小 3% 。

9.5 火炬设施及全厂集中放散设施

9.5.1 在计算工厂产生的可燃气体的最大排放量时，通常考虑在不同操作工况或事故工况下可能产生的排放量。

9.5.3 由于厂内火炬排放系统温度较低，如果液化烃和可燃液体直接排入火炬放空管道等设施，液化烃及可燃液体不易迅速气化，会减小火炬系统的正常排放能力，影响有关设施在事故状态下的安全泄压。

9.5.7 注入吹扫气体是防止火炬回火的有效手段。使用水封罐或阻火器也可以达到将系统管道与火炬筒隔离，起到阻止火炬筒内回火波及整个排放系统的作用。但由于液化天然气终端低温火炬气的温度通常低于 -100°C ，因此若用水作为封闭液体，会造成水封罐发生冰冻而无法使用。此外，没有适应此低温条件并能够方便和安全使用的封闭液体。若采用阻火器，存在外界水分侵入阻火器出现冰冻堵塞的风险，同时设备成本、操作和维护要求较注入吹扫气的方式高。

9.5.12 由于天然气是以甲烷为主并包含其他非甲烷烃类的混合气体，集中放空管的高度要求参照现行国家标准《石油炼制工业污染物排放标准》GB 31570中关于大气污染物放空管高度的有关规定，同时参照现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028中天然气门站、储配站的放散总管高度和现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251中关于放空竖管高度的有关规定。

10 自 控 系 统

10.1 一 般 规 定

10.1.1 自控系统的设计主要取决于设计任务书所确定的基本生产操作模式。针对天然气液化工厂的生产工艺和介质特点，其自控水平可高于一般的天然气处理装置，旨在减少操作人员在危险场所影响范围内出现的频次和停留的持续时间，提高危险发生时可能受到伤害的人员躲避危险状况的可能性，谋求最少的人力配置等。

10.1.2 天然气液化工厂建设地点自然环境条件差异巨大，高湿度或高海拔等环境条件对自控系统有影响。安装于爆炸危险场所的自控设备应具有符合其所处环境的防护和防爆等级要求和证书。

10.3 安全仪表系统 (SIS)

10.3.2 本条对安全仪表系统的设计作出了规定。

1 工艺流程的危险与可操作性分析是安全仪表系统设计的基础，根据 HAZOP 分析，对系统中可能存在的重大风险采取防范措施。

2 安全仪表系统的所有组件规定为独立的系统，是为了保证安全仪表系统的可靠性。

4 所谓故障安全型是指要求安全仪表系统在自身故障或失去动力源时能使保护对象停止在安全状态。

10.3.3 本条对安全仪表系统的紧急停车功能作出了规定。

2 事故发生时现场可能出现低温过冷、能见度低或火灾等状况，所以安全仪表系统的远程人工控制按钮应远离保护对象。

3 安全仪表系统禁止自动恢复的原因是防止在事故未完全排除，故障原因未查清的情况下启动系统再次发生事故。

11 电 气

11.1 一 般 规 定

11.1.1 工厂停电后引起的经济损失较大，而重新开车到建立工况时间较长，所以一般采用二级负荷。

11.1.2 专线供电可靠性高，用户之间不会因为用电、检修、停电等相互影响，故作此规定。

11.1.3 天然气液化工厂的变配电所采用室外布置时，风沙、雨水或光照会对设备及线缆的绝缘性能产生一定影响。

11.2 爆 炸 危 险 环 境

11.2.2 在石油化工、燃气生产装置中，因电缆套管密封不良，电缆沟与变配电所未做有效隔离，已经引起多起火灾和爆炸事故，造成重大的人员伤亡和财产损失。防止可燃液体、可燃气体流入（窜入）变配电所，最有效的措施就是密封和隔离。

11.3 防 雷、防 静 电 及 接 地

11.3.2 雷击电磁脉冲主要是雷电流在建筑物周围空间产生瞬变的强电磁场，强电磁场对信息系统可能造成严重损坏或干扰，如引起信息系统电位升高、信号失真及运算逻辑错误等。

12 消防设施

12.1 消防站

12.1.2 本条参照现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 中关于消防站的有关规定，以邻近消防协作单位消防车辆在接警后 30min 行程为距离划分界限，是考虑到工厂的消防系统在事故初期有一定的自救能力。

12.1.4 工厂消防车是厂内义务消防力量的组成部分，可以由生产岗位人员兼管，并可参照消防泵房确定厂内消防车库与液化天然气生产设施的安全距离。

12.2 消防给水系统

12.2.2 本条对消防用水水源作了规定，若天然水源较充足，可以就地取用；水中漂浮的杂质对罐体喷淋冷却和配置泡沫会造成影响，应考虑去除。

12.2.3 本条参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 制定。

12.2.4 本条参照现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 制定。

12.2.6 罐体表面冷却主要是为了保护罐表面在周围着火（特别是泄漏初期火灾）时不被破坏，保护罐体隔热材料，使罐内的介质稳定气化，不至于引起超压爆裂。对液化天然气储罐的固定喷水强度参照现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 和《水喷雾灭火系统技术规范》GB 50219 的有关规定取值。

12.2.7 液化天然气罐区的室外消火栓设计流量需根据储罐容积及高度进行综合考虑；容积小于 2000m³ 的储罐的罐体高度较

小，可采用1门30L/s的消防水炮或连接在消火栓上的6只5L/s消防水枪实施消防冷却；容积大于或等于2000m³且小于5000m³的储罐，可采用1门30L/s的消防水炮和连接在消火栓上的3只5L/s消防水枪实施消防冷却；容积大于或等于5000m³的储罐，可采用2门30L/s的消防水炮和连接在消火栓上的4只5L/s消防水枪实施消防冷却。

12.2.9 液化天然气生产过程中会产生一些少量的辅助产品，辅助产品基本为重烃，组分包括C1~C6烃类，以C2~C3为主，采用卧罐或球罐常温储存，储存压力为0.6MPa~1.0MPa之间。同时，在天然气液化过程中通常用到乙烯、丙烷（丙烯）、丁烷和异戊烷等制冷剂，主要采用卧式罐带压储存，储存压力在0.6MPa~1.5MPa之间，除乙烯以-50℃~-100℃的低温状态形式储存外，其余制冷剂均为常温储存，类似于液化石油气。鉴于辅助产品和制冷剂的物性及储存状态与液化烃、天然气凝液、液化石油气相似，故其消防给水设计流量及消防用水延续时间参照现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974中液化烃罐区的有关规定执行。

12.2.10 装卸区往往由于操作频繁，装卸接头易发生泄漏，运输槽车启动时排烟管可能打火，设置室外消火栓系统是必要的。

12.2.11 由于天然气液化工厂的天然气预处理装置及液化装置，与石油天然气站场中的天然气处理装置的处理工艺、介质特点和设备类型等基本相同，故本标准参照现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183的有关规定制定。

12.3 干粉灭火系统

12.3.1 罐顶配置的干粉灭火系统一般由干粉储罐、干粉驱动装置、干粉管网、喷嘴及必要的监测报警等组成，一般由消防设备供应商成套提供，为保证系统的可靠性，工程中应在系统的监测报警、安全驱动介质（如氮气）、设备防静电及接地等方面提出质量要求。

12.4 泡沫灭火系统

12.4.1 高倍数泡沫灭火系统，在液化天然气泄漏至集液池但未着火时，主要用来隔离液化天然气集液池空气，以减少液化天然气气化，防止迅速形成蒸气云，给抢险留有一点准备时间。高倍数泡沫的发泡倍数应在 300 倍~500 倍之间，泡沫液应能耐海水、耐烟、耐高温，在液化天然气泄漏后形成液化天然气池火（或流淌火灾）时，泡沫主要用来覆盖液体火灾表面，隔离空气减弱火灾，降低热辐射强度。移动式高倍数泡沫灭火系统设置位置为收集泄漏液化天然气的区域。

13 给水排水

13.2 排水

13.2.2 工艺装置区、罐区和装卸区的集液池排水设施雨天用来排除雨水，发生泄漏事故时，不管是否有雨水存在，排水设施都应自动停止运行或关闭。本条规定是为确保液化天然气、其他液化烃、可燃液体等不会通过排水系统外流引起火灾爆炸事故或造成环境污染。

13.2.5 近年来，石油化工企业因泄漏事故污染水域的事件时有发生，有关部门为此制定了一系列关于事故废液废水收集处理的法规和规定。但是天然气液化工厂不同于其他石油化工企业，原料和产品均为清洁介质，天然气的挥发性、扩散性良好，发生泄漏事故时不会以液态形式长久留存，不会在消防喷淋时与水融合，液化天然气罐区不可能在泄漏或火灾事故时产生含有污染物的废液废水。工艺装置区发生火灾时，喷淋废水中可能夹杂少量装置本体上的油污，故工艺装置区应收集事故状态下的废水，设置事故水池，其事故水池的容积可按《水体污染防控紧急措施设计导则》（中国石化建标〔2006〕43号）计算。

14 建（构）筑物

14.1 一般规定

14.1.4 本条与现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定一致，并结合天然气液化工厂各功能房间的特点进行了明确规定。

14.1.5 压缩机基础、冷箱基础、液化天然气储罐基础、主低温换热器框架等属于重要的工艺设备基础或辅助设施，发生地震时可能造成物料大量泄漏。控制室、变配电所、消防泵房（消防水池）、深井泵房等属于重要的辅助设施，故上述建（构）筑物应划分为重点设防类（乙类）。

14.2 建（构）筑物

14.2.1 这些建筑物的门、窗向外开启，有利于可燃气体扩散、泄压和事故状态下人员快速逃生，泄压措施应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

14.2.3 危险性装置的设备、构筑物的平台设置两个以上的梯子通往地面，主要是为防止一个梯子事故状态下被封住，影响人员逃生。有的平台虽只有一个梯子通往地面，但另一端与邻近平台用走桥连通，可视为两个安全出口。

14.2.6 大型设备基础为混凝土体积大于 20m^3 的设备基础，大体积混凝土定义详见现行国家标准《大体积混凝土施工规范》GB 50496。

14.2.7 液化天然气储罐、冷箱等设备基础在低温情况下可能受到冷损害，故应有耐低温保护的措施，如基础下设置自然通风、储罐的内外罐之间应有绝热措施及储罐底部设置测温元件、非自然通风的液化天然气储罐基础设计时应考虑预留放置电伴热带的

套管，并保证施工时不堵塞。此外，基础本身混凝土也应有抗冻要求，抗冻标号不小于 F100；由于混凝土的含水率直接影响抗冻性能，因此控制混凝土的水胶比较为关键，一般不大于 0.5。储罐罐体底板与基础之间做好防水，主要是防止积水对罐体底板造成锈蚀，积水也可能会受上部低温影响反复冻融，降低混凝土的强度及耐久性。

14.2.8 设置防火堤、隔堤的目的是将泄漏的液化天然气圈定在堤内，防止液化天然气流淌扩散。防火堤在任何情况下均应满足强度与稳定性的要求及在介质低温的情况下不燃烧、不坍塌、不渗漏的要求。

15 供暖、通风与空气调节

15.1 一般规定

15.1.1 供暖、通风与空气调节工程，是为保证人员的工作环境、设备的运行环境良好而设置，其运行过程中的能耗也非常可观。因此设计中必须贯彻适用、经济、节能、安全等原则，会同有关专业通过多方案的技术经济比较，确定出整体上技术先进、经济合理的设计方案。

15.2 供暖

15.2.1 本条规定是参照国家现行标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 及《石油化工采暖通风与空气调节设计规范》SH/T 3004 的有关规定，并结合天然气液化工厂各功能房间的特点进行的规定。

15.2.2 含有可燃气体、液化烃及可燃液体的房间是爆炸危险环境，故规定不应采用明火和电热散热器供暖。

15.2.4 本条参照现行行业标准《化工采暖通风与空气调节设计规范》HG/T 20698 的有关规定制定。

15.2.5 本条规定是防止供暖管道在绝热破坏后加热可燃气体、液化烃及可燃液体管道，使管道内介质受热膨胀引发事故。

15.2.6 管道焊接相比法兰、螺纹连接质量可靠，供暖管道中的热媒发生泄漏时可能造成配电间、发电间、控制室的设备电气短路，故作此规定。

15.2.7 本条规定是为防止可燃气体、可燃液体通过套管进入其他房间引发火灾爆炸事故。

15.3 通 风

15.3.1 建筑物内宜优先采用自然通风，自然通风方便、节能。生产厂房、化验室等建筑物内可能存在可燃气体或者其他因设备运行产生的对人体有害的气体，当自然通风不能满足生产安全、劳动卫生安全要求时，应采取强制通风。抗爆控制室由于没有窗户，所以必须进行强制通风。

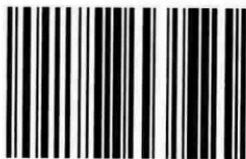
15.3.3 本条规定强制通风机的开关应分别设置在室内外便于操作的地方，主要是考虑发生可燃气体泄漏时方便操作，有利于操作人员的人身安全。

15.3.4 压缩机厂房内可能泄漏的气体中有天然气和制冷剂，这些气体有的比空气轻，有的比空气重，所以高点和低点均应设置通风。

15.4 空 气 调 节

15.4.1 对温度有要求的设备间及仪表间内的一些仪器仪表、机柜在室温较高时可能发生故障，故作此规定。

15.4.3 送风、回风管道上设置防火装置，风道采用非燃烧或难燃烧材料，是考虑在火灾事故下风道能阻挡火焰传播。



1 5 1 1 2 3 4 3 6 7

统一书号：15112 · 34367
定 价： 32.00 元