

中华人民共和国安全生产行业标准

AQ 3059—2023

化工企业液化烃储罐区安全管理规范

Specification for safety management of liquefied hydrocarbon storage tank farm
of chemical industrial enterprises

2023-12-20 发布

2024-04-01 实施

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 总体要求	4
5 规划布局与总图布置	5
6 设计要求	5
6.1 工艺	5
6.2 设备	6
6.3 罐区布置	8
6.4 结构及耐火保护	9
6.5 供电安全及防雷防静电接地	9
6.6 自动控制	10
6.7 消防	10
6.8 数字化管理	11
7 关键设备及材料采购	11
7.1 采购过程要求	11
7.2 物资检验及监造	11
8 施工质量管理	12
8.1 基本要求	12
8.2 技术准备	12
8.3 材料和设备验收	13
8.4 施工质量及验收	13
9 试车投用	14
9.1 生产准备	14
9.2 投用前安全检查	14
9.3 投用前检测分析	14
9.4 单机试车	14
9.5 联动试车	15
9.6 投料试车	15
10 运行管理	15
10.1 一般要求	15
10.2 物料性质指标与控制	15
10.3 运行维护	16
10.4 检验检测	16
10.5 其他操作要求	17

11 检维修管理	17
12 应急管理	17
12.1 一般要求	17
12.2 火灾报警系统、消防喷淋系统、应急广播管理	18
12.3 应急响应	18
附录 A（规范性） 全压力式液化烃储罐注水系统设计规定	19



前 言

本文件的全部技术内容为强制性。

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出，危险化学品安全监督管理局一司业务管理、政策法规司统筹管理。

本文件由全国安全生产标准化技术委员会化学品安全分技术委员会(SAC/TC 288/SC 3)技术归口及咨询。

本文件起草单位：中国安全生产科学研究院、中国寰球工程有限公司、中国石化工程建设有限公司、中国石油天然气集团有限公司炼油化工和新材料分公司、中国石油化工集团有限公司、中国石油天然气集团有限公司、中石化广州工程有限公司、中石化安全工程研究院有限公司、中国石油天然气集团安全环保技术研究院有限公司、中国石油天然气集团兰州石化公司、中国石油工程建设有限公司。

本文件主要起草人：王如君、于国鹏、舒小芹、赵晓静、杨国梁、李少鹏、韩钧、王占宇、多英全、黄兰、吴昊、褚云、张旭旭、蒋军成、王玮玺、绪军、戴琴荣、吕强、元少昀、李成凯、宗立达、张力、张悦、郑学鹏、曾小军、杨锋、王春领、赵栓柱、刘博、王学岐、王振坤、刘永强、郎需庆、杨新和、李文堂、葛保锋、陈红捷、赵凌智、宋斌、庞东、吴惠萍、郑建华、周宁、万收兰、苏苗、王文焘、曹颖、洪洋、武铜柱、何龙辉、蔡明锋、王学军、牛来平、姜仁杰、王睿博、王金良。

本文件为首次发布。



化工企业液化烃储罐区安全管理规范

1 范围

本文件规定了化工企业厂区内液化烃储罐区总体要求、规划布局与总图布置、设计、关键设备及材料采购、施工质量管理、试车投用、运行管理、检维修管理、应急管理的要求。

本文件适用于化工企业(包括石油化工、煤化工、精细化工等)厂区内新建、扩建或改建液化烃储罐区及在役液化烃储罐区的安全管理。

本文件不适用于液化天然气接收站、天然气液化工厂、地下水封石洞液化烃储存区、油气田及净化处理厂液化烃储罐区、煤层气制 LNG 储罐区、港口液化烃储罐区,以及城镇燃气供应站、LPG/LNG 加气站等液化烃储存区的安全管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 150 压力容器
- GB/T 3215 石油、石化和天然气工业用离心泵
- GB/T 3965 熔敷金属中扩散氢测定方法
- GB/T 4213 气动调节阀
- GB/T 12337 钢制球形储罐
- GB/T 13927 工业阀门 压力试验
- GB 18306 中国地震动参数区划图
- GB/T 20322 石油及天然气工业 往复压缩机
- GB/T 20801 压力管道规范 工业管道
- GB/T 25140 无轴封回转动力泵技术条件(Ⅱ类)
- GB/T 25357 石油、石化及天然气工业流程用容积式回转压缩机
- GB/T 26978 现场组装立式圆筒平底钢质低温液化气储罐的设计与建造
- GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
- GB 30077 危险化学品单位应急救援物资配备要求
- GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范
- GB/T 34875 离心泵和转子泵用轴封系统
- GB 36894 危险化学品生产装置和储存设施风险基准
- GB/T 37243 危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB 50094 球形储罐施工规范
- GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
- GB 50160 石油化工企业设计防火标准

GB 50170 电气装置安装工程 旋转电机施工及验收标准
GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
GB 50650 石油化工装置防雷设计规范
GB/T 50779 石油化工建筑物抗爆设计标准
GB/T 50938 石油化工钢制低温储罐技术规范
GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范
GB 50984 石油化工工厂布置设计规范
GB 51156 液化天然气接收站工程设计规范
GB/T 51296 石油化工工程数字化交付标准
GB 55003—2021 建筑与市政地基基础通用规范
HG 20231 化学工业建设项目试车规范
NB/T 47018.2 承压设备用焊接材料订货技术条件 第2部分:钢焊条
NB/T 47042 卧式容器
SH/T 3006 石油化工控制室设计规范
SH/T 3007 石油化工储运系统罐区设计规范
SH 3009 石油化工可燃性气体排放系统设计规范
SH 3012 石油化工金属管道布置设计规范
SH/T 3059 石油化工管道设计器材选用规范
SH/T 3108 石油化工全厂性工艺及热力管道设计规范
SH 3136 液化烃球形储罐安全设计规范
TSG 08 特种设备使用管理规则
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
TSG D7005 压力管道定期检验规则——工业管道

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液化烃 liquefied hydrocarbon

在 15 °C 时,蒸气压大于 0.1 MPa 的烃类液体及其他类似的液体。

[来源:GB 50160—2008(2018 版),2.0.19]

3.2

液化石油气 liquefied petroleum gas; LPG

在常温常压下为气态,经压缩或冷却后为液态的 C₃、C₄ 及其混合物。

[来源:GB 50160—2008(2018 版),2.0.20]

3.3

厂区 plant area

工厂围墙或边界内由生产区、公用和辅助生产设施区及生产管理区组成的区域。

[来源:GB 50160—2008(2018 版),2.0.2]

3.4

防火堤 fire dike

用于常压易燃和可燃液体储罐组、常压条件下通过低温使气态变成液态的储罐组或其他液态危险

品储罐组发生泄漏事故时,防止液体外流和火灾蔓延的构筑物。

[来源:GB 50351—2014,2.0.3]

3.5

罐组 a group of storage tanks

布置在一个防火堤内的一个或多个储罐。

[来源:GB 50160—2008(2018 版),2.0.24]

3.6

罐区 tank farm

一个或多个罐组构成的区域。

[来源:GB 50160—2008(2018 版),2.0.25]

3.7

液化烃储罐区 liquefied hydrocarbon tank farm

由液化烃储罐及其泵组、压缩机等配套设施构成的区域。

3.8

压力式储罐 pressurized storage tank

设计压力大于或等于 0.1 MPa(罐顶表压)的储罐。

注:本文件所涉及的压力式储罐包括全压力式储罐和半冷冻式储罐,不包含覆土式储罐。

3.9

全压力式储罐 fully pressurized storage tank

在常温下盛装液化烃的压力式储罐。

3.10

半冷冻式储罐 semi-refrigerated storage tank

在储存温度低于常温且高于储存介质的常压沸点下,盛装液化烃的压力式储罐。

3.11

全冷冻式储罐 fully refrigerated storage tank

在低温常压下盛装液化烃的储罐。

注:本文件仅指全容罐和薄膜罐。

3.12

全容罐 full containment storage 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,内外罐之间留有一定距离,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,外罐既能储存冷冻液体,又能限制内罐泄漏液体所产生的气体排放。

3.13

薄膜罐 membrane tank

金属薄膜内罐、绝热层及混凝土外罐共同形成的复合结构。金属薄膜内罐为非自支撑式结构,用于储存低温冷冻液体,其液相荷载和其他施加在金属薄膜上的荷载通过可承受荷载的绝热层全部传递到混凝土外罐上,其气相压力由储罐的顶部承受。

[来源:GB 51156—2015,2.0.15,有修改]

3.14

操作基准地震 operating base earthquake;OBE

不会造成系统损坏、不影响系统重新启动并继续安全运行的最大地震。

注:该级别的地震作用不会损害储罐系统运行的完整性,能够保证公共安全。

[来源:GB 51156—2015,2.0.17,有修改]

3.15

安全停运地震 safe shutdown earthquake; SSE

不会造成系统基本功能失效和破坏的最大地震。

注：该级别的地震作用可能会造成装置和储罐的局部永久性损坏，但不会破坏系统的完整性。

[来源：GB 51156—2015, 2.0.18, 有修改]

3.16

安全停运震后余震 aftershock level earthquake; ALE

安全停运地震发生后产生的余震。

注：该级别的地震再发生作用时仍不会破坏系统的完整性。

[来源：GB 51156—2015, 2.0.19, 有修改]

3.17

紧急切断阀 emergency shutoff valve

安装在储罐底部的液相进出口工艺管道上，专用于防止储罐超装或当罐区内发生火灾、泄漏等事故时，能够快速手动、自动切断和隔离物料的开关阀。

4 总体要求

4.1 企业主要负责人应对液化烃储罐区安全管理工作全面负责。液化烃储罐区的企业应对储罐设计、采购、施工、验收、运行、检维修等全过程实施安全风险管控，并开展液化烃储罐区各阶段风险分析，基于风险分析结果和本质安全的原则制定有效防控措施。

4.2 企业应建立风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，落实重大危险源安全包保责任制，液化烃储罐区投用前应按要求接入全国危险化学品安全生产风险监测预警系统。

4.3 企业应采取物理隔离、电子围栏、人员定位或其他措施，防止无关人员进入液化烃储罐区。

4.4 液化烃储罐区工程设计除应执行本文件外，还应符合 GB/T 20801、GB 50160、GB 50984、GB 50058、SH/T 3007、SH 3009、SH 3012、SH/T 3059、SH/T 3108、SH 3136 及其他有关现行国家和行业标准的规定。

4.5 液化烃储罐区的外部安全防护距离应满足 GB 36894、GB/T 37243 中规定的个人风险及社会风险的要求。

4.6 新建液化烃储罐应根据生产需要和风险评估，确定液化烃储罐区储罐选型，采用全冷冻式储罐、压力式储罐、覆土式储罐等，并满足以下要求：

- a) 压力式储罐单罐容量不应大于 3 000m³；厂区内全冷冻式储罐单罐容量不应大于或等于 50 000m³，确有需要单罐容量大于或等于 50 000m³时，储罐应采用预应力混凝土外罐结构；
- b) 对于每一种 C₂类液化烃，当其年加工量或周转量小于或等于 100 万吨/年时，压力式储罐总容量不应大于 12 000m³，选用的压力式储罐总数量不应多于 6 个；
- c) 对于每一种 C₂类液化烃，当其加工量或周转量每增加 100 万吨/年（含小于 100 万吨/年）时，压力式储罐容量增加量不应大于 12 000m³，增加的压力式储罐数量不应多于 4 个；
- d) 当液化石油气类液化烃采用压力式储罐时，每一品种设计储存天数应按照 SH/T 3007 规定的下限值取值。

4.7 在满足工艺要求的条件下，液化烃压力式储罐应减少开口数量。

4.8 覆土式储罐的设计应按照相关国家标准和行业标准进行设计，同时材料、制造、防腐保护、验收、检验、监测应满足 TSG 21 等标准的相关要求。

4.9 全冷冻式储罐基础、预应力混凝土外罐结构设计使用年限不应小于 50 年，安全等级应为一级。

4.10 新建液化烃储罐区的设计应数字化交付。在役的液化烃储罐区应建立健全安全风险数字化管控

措施。

4.11 新建液化烃储罐区设计阶段应开展危害分析[如过程危险性分析(PHA)、危险与可操作性分析(HAZOP)等],分析团队至少包括组长、记录员、工艺设计/技术人员、仪表/设备工程师、现场技术人员、安全工程师等,组长应具备高级技术职称或拥有10年及以上相关领域设计、工程咨询或生产经验,并主持过至少3项相关领域的危害分析工作。

4.12 液化烃储罐区的工艺、设备变更应委托原设计单位或具有工程设计综合或化工石化医药行业甲级资质的设计单位进行设计,并应及时对变更内容开展液化烃储罐区的危害分析。

4.13 在役液化烃储罐区应根据生产运行和设备现状适时开展基于风险的检验(RBI),当安全风险不可接受时,应及时采取措施将风险降低到可接受程度,采取措施后仍达不到可接受风险标准的,应予以停用。

5 规划布局与总图布置

5.1 新建液化烃储罐区规划选址时应根据企业及相邻工厂或设施的特点和火灾危险类别,结合周边环境、风向与地形等自然条件合理确定。

5.2 新建液化烃储罐与相邻工厂或设施、与同类企业及油库的防火距离应满足现行规范的要求。

5.3 新建液化烃储罐区应在项目前期阶段按照 GB 36894、GB/T 37243 开展定量风险评价,并将结果应用于项目规划设计。

5.4 现场机柜室的设计应满足 SH/T 3006 的要求;厂区内的人员集中建筑物应评估液化烃的蒸气云爆炸危险源(VCE)影响,当需抗爆设计时,应符合 GB/T 50779 的规定。

6 设计要求

6.1 工艺

6.1.1 液化烃压力式储罐的设计要求如下。

- a) 新建储罐下部进、出物料管道上靠近储罐的第一道阀门应为紧急切断阀。紧急切断阀不应用于工艺过程控制,应按动力故障关设置,且应设置远程控制功能和手动执行机构(如手轮等),手动执行机构应有防止误操作的措施。
- b) 物料储存温度小于 0℃ 的新建储罐,底部开口与紧急切断阀之间法兰公称压力不应低于 PN50,应采用带颈对焊钢制突面或凹凸面管法兰。采用突面法兰时应采用带内外加强环形缠绕式垫片,采用凹凸面管法兰时应采用带内加强环型缠绕式垫片。紧固件应采用专用级。
- c) 物料储存温度大于 0℃,且进出口口在下部的全压力式储罐,容积大于 100 m³ 时应设注水设施(工艺介质有特殊要求不能注水的除外),容积小于或等于 100 m³ 时应经过风险评估确定是否需要设注水设施。注水设施应有防止液化烃窜入上游注水系统的措施,注水系统设计按附录 A 执行。
- d) 有切水需求的液化烃储罐应采用由自动切水器和污水收集罐组成的密闭切水系统,自动切水器排出的污水应经污水收集罐,闪蒸、分离脱除烃类后再排入全厂污水系统,闪蒸气应排入安全泄放系统。全年最冷月平均最低气温低于 0℃ 的区域,液化烃储罐底部切水线应设置伴热。

6.1.2 当安全泄放系统出现故障或检维修时,储存有物料的液化烃储罐应保证有可靠的安全泄放措施。

6.1.3 液化烃全压力式储罐、半冷冻式储罐的罐本体或气相连通平衡线应设有超压安全排放系统功能的泄压调节阀,此泄压调节阀应具备远程控制和就地控制功能。

- 6.1.4 液化烃泵应设置远程停泵功能,泵出口应设置止回阀,并在泵出口设置远程切断阀。
- 6.1.5 液化烃含有易自聚不稳定的二烯烃等物料时,应采取防止生成自聚物的措施。
- 6.1.6 储存易氧化、易聚合不稳定的液化烃时,应采取补氮措施。
- 6.1.7 液化烃管线上用于吹扫和置换的永久性连接点应设双阀,双阀间同时应设置单向阀、导淋和盲板。液化烃管线放空放净处应设双阀或单阀加封堵设施。
- 6.1.8 丁二烯物料采用压力式储罐储存时,除满足上述要求外,还应满足以下要求:
- a) 储罐应定期检测氧含量、聚合物含量、阻聚剂含量,防止聚合物聚集;
 - b) 控制储存系统中气相氧含量,聚合级不应大于0.2%,工业级不应大于0.3%;
 - c) 管道应减少导淋、盲段等死区;
 - d) 储存周期在两周以下时,储罐应设置水喷淋冷却系统,或者设置冷冻循环系统和阻聚剂添加系统;储存周期在两周以上时,储罐应设置冷冻循环系统和阻聚剂添加系统;
 - e) 储罐及管道安全阀前应设爆破片和压力仪表,储罐的安全阀出口管道应设氮气连续吹扫或采取储罐压力高高联锁氮气吹扫;
 - f) 储罐储存系数应小于或等于0.9,并设置高液位报警和高高液位自动联锁切断进料措施。
- 6.1.9 液化烃装卸应采用具备锁定、防脱落和脱落自封闭功能的专用接头。

6.2 设备

6.2.1 全冷冻式储罐

- 6.2.1.1 全冷冻式储罐的设计、制造及检验要求应符合 GB/T 50938、GB/T 26978 的规定。
- 6.2.1.2 全冷冻式储罐的选材应根据储罐的使用条件(如设计温度、设计压力、介质特性和操作特点等)、材料的性能(力学性能、工艺性能、与介质的相容性和物理性能)、储罐的建造工艺以及经济性综合考虑。所用材料应符合材料标准的规定,并有质量证明文件。
- 6.2.1.3 全冷冻式储罐的设计载荷应包括规范规定的在全生命周期内所应承受的载荷及其组合。
- 6.2.1.4 全冷冻式储罐的罐底、罐壁、吊顶或罐顶应进行绝热设计。绝热设计除满足储罐设计蒸发率外,罐底绝热层应满足各设计工况下抗压强度要求。
- 6.2.1.5 新建全冷冻式储罐内罐罐壁高度应满足正常操作和操作基准地震(OBE)、安全停运地震(SSE)情况下液体晃动波高的要求,不应小于以下高度的较大值:
- a) 设计液位+300 mm;
 - b) 储罐最大正常操作液位+OBE 工况下液体晃动波高+300 mm;
 - c) 储罐最大正常操作液位+SSE 工况下液体晃动波高。
- 6.2.1.6 新建全冷冻式储罐不应在罐壁或底板上开孔。
- 6.2.1.7 钢制双壳全冷冻式储罐的设计要求如下。
- a) 内罐和外罐应分别依据最低设计金属温度选材,最低设计金属温度应按最不利的工况确定。
 - b) 新建储罐内罐和外罐之间及储罐系统与附属结构间应采用柔性连接。确需设置固定连接时,应满足下列要求:
 - 1) 连接结构应适应内罐与外罐之间的热胀冷缩和液体静压力的作用;
 - 2) 连接结构应采取隔热措施;
 - 3) 内罐吊顶开孔和外罐罐顶开孔之间的连接,应适应内外罐顶之间的相对位移,穿过吊顶的开孔应能自由移动。
 - c) 环梁区域的热工设计应使环梁以下罐底板或衬板的温度不低于其最低设计温度。钢制全容罐的二次隔离层应能够长久有效隔离冷介质对储罐基础的影响,当无法满足此要求时,基础应按照低温工况进行设计。

d) 新建储罐基础的允许沉降量要求如下：

- 1) 储罐基础沉降整体倾斜差不应大于 2 倍储罐直径除以 1 000；
- 2) 储罐边缘至中心不均匀沉降量差,不应超过储罐半径除以 300；
- 3) 沿罐壁圆周的环向不均匀沉降差(周向沉降),每 10 m 圆周弧长内不应大于 6 mm；
- 4) 基础可接受的均匀沉降量数值,尚应根据储罐系统及相邻部件上的管道和结构连接决定。

6.2.1.8 混凝土全冷冻式储罐的设计要求如下。

- a) 当混凝土全冷冻式储罐的混凝土表面温度低于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,混凝土构件应采用低温环境混凝土,构件当中的钢筋低于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,应采用低温钢筋。低温环境混凝土和低温钢筋应符合相应的标准和规范。
- b) 暴露于大气的混凝土储罐外壁应有防腐性能,穹顶应有防水和防腐性能。
- c) 混凝土全冷冻式储罐应进行正常操作、停产检修、抗震、火灾、泄漏和施工等工况的设计。
- d) 混凝土全冷冻式储罐应进行 OBE、SSE 和安全停运震后余震(ALE)的抗震设计,OBE 工况下所有构件应保持弹性。
- e) 混凝土全冷冻式储罐钢穹顶设计应进行施工阶段的几何非线性的整体稳定分析。
- f) 混凝土全冷冻式储罐外罐壁泄漏工况设计应计入混凝土开裂后的材料非线性。
- g) 混凝土全冷冻式储罐在 OBE 工况下,桩基水平承载力计算应符合 GB 55003—2021 中 5.2.3 的规定。
- h) 混凝土全冷冻式储罐桩基水平承载力计算应计入以下的影响：
 - 1) 应分析土体叠合效应对基桩的不利影响；
 - 2) 当桩顶采用隔震支座时,基桩不考虑承台约束效应且应计入隔震支座在大变形下产生的重力二阶效应对基桩水平承载力降低的影响。
- i) 当采用高桩承台时,桩基础露出地面部分应按柱设计,基桩不考虑抗震承载力提高且应计入高出地面部分水平力产生的附加弯矩对基桩水平承载力降低的影响。

6.2.2 压力式储罐

6.2.2.1 球形储罐选材除应符合 TSG 21、GB/T 12337 等标准和规范的相关规定外,对低温低合金钢制球形储罐,还应根据设计条件、材料特性和本质安全等提出必要的技术要求;除球壳、接管、法兰等材料适用于液化烃介质外,螺柱、支柱等材料都应耐液化烃储罐区的大气腐蚀,操作平台和梯子、扶手尚应根据气候条件采取防腐措施或选用耐腐蚀材料。

6.2.2.2 卧式储罐的材料、设计、制造、检验和验收应符合 TSG 21、NB/T 47042 的有关规定。

6.2.2.3 球形储罐用焊条应进行复验,其中扩散氢含量应按批号复验。扩散氢试验方法按 GB/T 3965 规定进行,应使用水银法和热导法等方法,扩散氢含量应符合 NB/T 47018.2 相关规定。

6.2.2.4 当液化烃中含有硫化氢可能造成应力腐蚀时,新建储罐不应选用低合金高强度钢;如确需采用标准抗拉强度下限值不小于 540 MPa 的低合金高强度钢,则液化烃中硫化氢含量不应大于 20 mg/kg。

6.2.2.5 对于介质可能含有硫化氢的新建低合金钢制液化烃储罐,应进行焊后热处理。

6.2.2.6 新建 LPG 储罐应按含硫化氢进行设计,当设计条件明确物料组分不含硫化氢时除外。

6.2.2.7 新建储罐管口采用法兰连接时,应采用带颈对焊钢制突面或凹凸面管法兰。法兰连接结构(法兰、紧固件、垫片)应符合 TSG 21 和相应国家、行业标准要求,不应采用与储存介质不相容的垫片材料。

6.2.2.8 新建球形储罐壳体开孔应采用整体补强结构。

6.2.2.9 球形储罐支柱上耐火层不应覆盖通气口。

6.2.2.10 新建液化烃压力式储罐的设计文件应包括风险评估报告。

6.2.3 泵和压缩机

6.2.3.1 液化烃离心泵应按照 GB/T 3215 进行设计、制造和检验,轴封应按照 GB/T 34875 设计、制造和检验。

6.2.3.2 液化烃储罐区离心泵应采用双机械密封,轴封的设计压力不应低于泵最大入口压力。新建液化烃罐外泵应配置轴温、振动检测仪表和在线状态监测系统。当安装空间不受限时,在役液化烃罐外泵应配置轴温、振动检测仪表和在线状态监测系统,当安装空间受限时,应规定振动和轴温检测点,供巡检人员定期检测。

6.2.3.3 新建全冷冻式储罐罐内泵和罐外泵应选择立式潜液泵。

6.2.3.4 立式潜液泵应设置轴振动、泵井液位,以及低流量等联锁保护和电机过载保护。

6.2.3.5 当介质为极度或高度危害时,应选择无轴封泵,并设置相应的轴承状态监测、电流保护、泄漏监测等安全保护装置。无轴封泵的设计、制造、检验应符合 GB/T 25140 要求。当无轴封泵输送能力达不到要求时,应选择双机械密封的离心泵。

6.2.3.6 新建液化烃储罐区制冷压缩机优先选择螺杆式,其设计、制造和检验应符合 GB/T 25357 的相关规定。

6.2.3.7 新建液化烃储罐区蒸发气压缩机选择往复式压缩机时,其设计、制造和检验应符合 GB/T 20322 的相关规定,并应配置在线状态监测系统。

6.2.3.8 往复式压缩机应设置排气温度、进气压力、机身振动、润滑油压力等联锁保护。

6.3 罐区布置

6.3.1 设备及管道布置

液化烃储罐区的设备及管道布置应满足 GB 50160、SH 3012 等有关要求。

6.3.2 消防扑救场地

当液化烃储罐顶平台高度超过 24 m 时,储罐周围应设置不小于 20 m×10 m(含道路)的消防扑救场地,消防通道、转弯半径、路面宽度等应满足相关标准要求。

6.3.3 液化烃泵和罐组附属压缩机布置

6.3.3.1 除工艺操作有特殊要求或受自然条件限制影响等因素外,液化烃泵和罐组附属压缩机应露天或半露天布置。

6.3.3.2 当液化烃泵和罐组附属压缩机在封闭厂房内布置时,封闭厂房内应采用不发生火花的地面;除用于收集地面污水雨水的排水沟和排水口外,新建液化烃储罐组不应设地坑和地沟,在役罐组地面设有地坑或地沟时,应有防止可燃气体体积聚的措施。

6.3.3.3 除罐内泵外,液化烃压力罐组专用泵应布置在防火堤外,与液化烃储罐的防火间距不应小于 15 m。

6.3.3.4 新建液化烃泵不应布置在管廊下方,泵体外缘距管廊垂直投影外缘水平距离不应小于 3 m。

6.3.4 管廊布置

6.3.4.1 新建管廊不应环绕罐组布置,当管廊顶层高度大于 6 m 时不应三面围绕罐组布置。

6.3.4.2 新建管廊不应沿罐组长边两侧平行布置。

6.3.4.3 新建全厂公共管廊与储罐间距不应小于 7.5 m,不应穿越液化烃罐组与其专用泵区之间的区域。

6.3.5 管道材料及连接方式

- 6.3.5.1 液化烃管线的材料选用应满足 GB/T 20801.2 的相关限制要求。
- 6.3.5.2 新建储存乙烯、乙烷等 C₂ 类液化烃储罐组用地红线边界阀组内的液相工艺物料管道及其组成件的设计温度下限不应高于储存介质的常压沸点温度。
- 6.3.5.3 发生液化烃泄漏的管道再次投用前,应按照 TSG D7005 的相关要求重新进行评估,不满足使用要求的管道应予以更换。
- 6.3.5.4 液化烃管线上的阀门不应采用对夹连接方式。阀门的阀杆应设置防吹出结构。
- 6.3.5.5 低温液化烃管道带有密闭阀腔的阀门应为带有阀腔泄压机构的阀门,泄压方向应满足工艺要求。
- 6.3.5.6 液化烃设备和管线上的 DN50 及以下的分支连接件应选用支管台或三通连接形式。
- 6.3.5.7 新建储罐下部进、出物料管道上靠近储罐的紧急切断阀的阀体应采用锻件,阀体应进行 100%无损检测和 100%压力试验。

6.4 结构及耐火保护

- 6.4.1 全冷冻式储罐地基基础设计,应符合 6.2.1.8 的相关规定。
- 6.4.2 全冷冻式储罐地基基础施工图,应进行施工图审查。
- 6.4.3 全冷冻式液化烃储罐首次投用满 1 年、2 年、3 年时,应对其进行沉降观测。在储罐运行过程中,发现罐体或基础存在异常现象,应立即对基础进行检测。
- 6.4.4 全冷冻式储罐基础应设置沉降观测点,并安排专人定期进行测量,及时掌握储罐基础的地基变形特征,如有异常应停止生产,设置安全警戒,及时上报相关人员进行处理。
- 6.4.5 全冷冻式储罐地震反应谱按下列要求确定:
- OBE 水准地震应为 50 年内超越概率为 10%(重现期 475 年)、阻尼比为 5% 的反应谱表示的地震动,且其反应谱不应小于 GB 50011 及 GB 18306 规定的所在地区的抗震设防地震所对应的值;
 - SSE 水准地震应为 50 年内超越概率为 2%(重现期 2475 年)、阻尼比为 5% 的反应谱表示的地震动,且其反应谱不应小于 GB 50011 及 GB 18306 规定的所在地区的罕遇地震所对应的值;
 - ALE 水准地震的反应谱加速度值应为 SSE 反应谱加速度值的一半;
 - 竖向地震影响系数应不小于相应的水平地震影响系数的 65%。
- 6.4.6 对处于火灾爆炸危险区域内的隔震系统应进行防火设计。
- 6.4.7 液化烃储罐区,至少以下钢结构构件应覆盖适用于烃类火灾的耐火层,覆盖耐火层的钢构件的耐火极限不应低于 2.0 h。
- 液化烃储罐附属钢结构中支撑液化烃管道和设备的梁、柱、承重斜撑。
 - 处于爆炸危险区域内的液化烃管架,其地面以上 9 m 内的支撑管道的梁、柱、承重斜撑,以及下部设有液化烃泵的管架,其地面以上 10 m 范围的梁、柱、承重斜撑。
- 6.4.8 距离压力式储罐、泵、换热器等液化烃设备小于或等于 30 m 范围内的新建管廊支架的梁、柱、承重斜撑整体应采用耐火极限不低于 2.0 h 的钢筋混凝土结构或钢结构。

6.5 供电安全及防雷防静电接地

- 6.5.1 新建液化烃储罐区消防低压用电负荷的供电,应在最末一级设置双电源切换装置或系统。设有进线、分段电源切换系统的低压配电装置,不能作为最末一级双电源切换装置。
- 6.5.2 新建液化烃储罐区内消防用电负荷及紧急切断阀等的电源电缆在防火堤外时,应采用埋地或充砂电缆沟敷设,确需地上敷设时,应采用耐火电缆敷设在专用的电缆桥架内,且不应与可燃液体、可燃

体管道同架敷设。在防火堤内时,应采用埋地敷设,出地面至用电设备的部分电缆,应采用耐火槽盒或保护钢管接至用电设备,保护钢管应采取防火保护措施。

6.5.3 新建液化烃储罐区应设置疏散用的应急照明,并采用集中蓄电池作为后备电源,供电时间不应小于 30 min。

6.5.4 液化烃储罐区应装设本安型人体静电消除器。

6.5.5 新建球形储罐罐体的防雷引下线不应少于 4 处,在罐底处设置断接卡,并确保柱腿进行防火处理后的电气连通性。罐顶平台的灯具应有防雷保护措施,并符合 GB 50650 的相关规定。

6.5.6 新建全冷冻式储罐外罐为混凝土时,罐顶应设置接闪网,从罐顶中心向四周布置成环形网格,环间间距不应大于 5 m,圆心向外辐射接闪线间的角度不应大于 10°。防雷引下线不应少于 4 根,间距不应超过 12 m。当罐高超过 30 m 时,应从 30 m 起每隔不大于 6 m 设水平接闪带,并与引下线相连。

6.6 自动控制

6.6.1 液化烃储罐区基本过程控制系统(BPCS)、安全仪表系统(SIS)、可燃气体和有毒气体检测系统(GDS)应分别独立设置。

6.6.2 新建液化烃压力式储罐液位仪表应按 2 套连续测量液位仪表和 1 个高高液位开关,或 3 套连续测量液位仪表进行设置。液化烃压力式储罐应设置高液位报警、低液位报警、高高液位报警和低低液位报警,高高液位报警应联锁关闭储罐进料紧急切断阀。

6.6.3 当有可靠的气源时,新建液化烃储罐区的储罐紧急切断阀应选用气动紧急切断阀;当无可靠气源时,紧急切断阀应采用配置蓄能器的液压执行机构。

6.6.4 新建罐区压力式储罐紧急切断阀的阀体应采用火灾安全型,并符合相关标准的要求,执行机构及电气元件(如电磁阀等)应设置防火措施。泄漏等级应至少达到 GB/T 13927 中 D 级或 GB/T 4213 中 V 级的规定。

6.6.5 新建罐区压力式储罐的紧急切断阀及储罐本体仪表应采用耐火电缆。仪表接线箱应安装在防火堤外。

6.6.6 液化烃储罐区应按照 GB/T 50493 的要求设置可燃气体和有毒气体探测器。

6.6.7 新建罐区压力式储罐的紧急切断阀应设现场操作开关,用于在紧急情况下现场手动关闭紧急切断阀。现场操作开关应设置在防火堤外,且距离紧急切断阀、泵的距离应大于 15 m。

6.7 消防

6.7.1 液化烃储罐区应设置消防给水系统、消防冷却水系统及移动式灭火器等设施,并处于可用状态。消防系统的设置情况应满足 GB 50160、GB 50974 等规范的相关要求。

6.7.2 用于保护液化烃压力式储罐、钢制外壁的全容罐、液化烃泵及压缩机等火灾危险性高的工艺设备的水炮,应确定水炮射流不被遮挡。当射流被管廊、其他设备等遮挡时,应采取高架遥控炮、调整水炮位置等措施确保水炮可有效覆盖被保护设备。

6.7.3 距离液化烃压力式储罐、泵、换热器等液化烃设备小于或等于 30 m 范围内管廊上的液化烃和其他可燃易燃介质管道,应在消防炮的覆盖范围内。

6.7.4 全冷冻式储罐采用钢制外壁的全容罐时,消防设计要求如下:

- a) 罐顶冷却水供给强度不应小于 $4 \text{ L/min} \cdot \text{m}^2$,罐壁冷却水供给强度不应小于 $2.5 \text{ L/min} \cdot \text{m}^2$;
- b) 罐顶物料进出口阀门、安全阀、泵口法兰等重要阀门和设备法兰口处应设置水喷雾保护;供水强度不应小于 $20.4 \text{ L/min} \cdot \text{m}^2$;
- c) 储罐的移动消防冷却用水量不应小于 80 L/s ,覆盖范围应覆盖罐顶;
- d) 储罐应在罐内泵出口平台设置火焰探测器,其报警信号应联锁启动相应储罐的水喷雾系统;罐外泵设置水喷雾系统时,应在泵出口附近设置火焰探测器,其报警信号应联锁启动相应水

喷雾系统；

e) 相邻储罐的消防设计应满足 GB 51156 的相关要求。

6.7.5 新建液化烃泵区应设置火焰探测器。新建液化烃压力式储罐应设置线型感温火灾探测器。

6.7.6 液化烃储罐区火灾自动报警系统应满足 GB 50116 的相关要求,储罐区四周道路路边应设置手动报警按钮,并应设置消防应急广播系统。

6.8 数字化管理

6.8.1 新建液化烃储罐区数字化交付应符合 GB/T 51296 相关要求。数字化交付信息应满足完整性、准确性和一致性的质量要求,其内容应与交工资料所对应的部分一致,接收方应提供数字化交付策略和交付基础,协调和管理工程数字化交付工作,验收交付方所移交的交付信息。

6.8.2 数字化交付信息应定期维护,发生变更时应及时更新数字化信息。

6.8.3 新建液化烃储罐区应对火灾探测器、雨淋阀组、可燃气体、有毒气体报警等关键设备及消防设施实时采集相关信息,实现数字化管理。

6.8.4 新建液化烃储罐区应依托园区或企业自建的虚拟现实(VR、MR)系统建立三维模型,开展火灾模拟救援、消防预案动态化模拟等工作。

7 关键设备及材料采购

7.1 采购过程要求

7.1.1 对液化烃储罐区的 A 类、B 类物资招标采购时应采用综合评标法,评分标准应包括技术要求、质量保证体系、安全业绩等权重,技术标权重在整个评标中占比不低于 60%。A 类、B 类物资如下。

a) A 类物资包括:高强钢储罐罐板、低温容器用 9Ni 钢板、低温容器、气化器、换热器、Ⅲ类压力容器、全冷冻液化烃储罐、全冷冻液化烃储罐罐内泵、全冷冻液化烃储罐罐外泵、蒸发气压缩机、制冷压缩机、紧急切断阀等。

b) B 类物资包括:管道及管件、阀门、换热器配件、机泵、电机、压力仪表、温度仪表、液位仪表、减压阀、除 A 类物资以外的压力容器及其用钢板等。

7.1.2 采购方在招标文件中应明确供方具有良好业绩和质量保证体系,交付物技术要求及供方质量保证责任、产品包装与运输、验收等相关要求。

7.1.3 供方应具备相应产品的生产经营资质证书,并取得质量管理体系认证。

7.1.4 供方应完全响应设计技术文件要求,如有技术偏离应得到设计书面认可,不应随意提高或降低技术(质量)要求。

7.1.5 当供方需要确定分供方时,分供方应同时遵照上述要求,并经过采购方认可。

7.2 物资检验及监造

7.2.1 机泵、压缩机的设计、制造、检验试验应符合 GB/T 3215、GB/T 20322 的有关规定;压力容器的选材、设计、制造、检验和验收应符合 GB/T 150 和 TSG 21 的有关规定。

7.2.2 相关物资和设备采购应按照影响程度的重要性进行分级管控,在监造、关键控制点检验、巡检、出厂检验时,应确保采购物资质量受控。

7.2.3 对于不同等级的设备,在质量计划、检验计划、供应商选择审批等方面要求与参与程度采取不同策略。

a) A 类物资采取的策略:驻厂监造(原产地在国外的进口物资可采用关键控制点检验)。对公开招标后新引进的供应商所供重要设备材料(对产品质量或生产过程有直接影响、结构复杂、加工及装配精度高、材质特殊、制造周期长、造价高),均实行第三方监造,确保制造质量受控。

应加大监造的管理,有驻厂监造的需不定期抽检。未安排驻厂监造的,应设置关键监造节点。对于重要设备已经委托的监造,应加大对铸件的监造和安排驻厂监造。

- b) B类物资采取的策略:关键控制点检验、巡检、出厂检验及框架协议物资的监造。应组建专业技术团队,参加见证验收,应提高设备见证、验收频次,应做细制造环节质量管控工作,确保设备材料本质安全。

7.2.4 包装与运输要求:

- a) 包装应确保产品不受损伤、变质;
- b) 供方应针对运输过程中的震动、可能发生的碰撞对产品造成的影响,采取必要的防碰撞或震动措施。

7.2.5 到货验收质量控制要求:

- a) 验收应由项目相关方联合验收;
- b) 验收应依据设计文件对所采购物资的型号、规格、尺寸及质量证明文件等进行复核,并做好物资验收后的标识移植与跟踪工作,防止错用;对于不锈钢或合金钢等需要做材质分析、无损检测的按质量验收规范执行;
- c) 应建立材料质量信息化系统管理,实现物资管理可追溯。

8 施工质量管理

8.1 基本要求

8.1.1 施工单位应具有石油化工工程施工总承包资质,资质等级应与所承担施工的工程项目相匹配。施工单位应取得质量管理体系认证。

8.1.2 工程开工前应组织设计交底,由设计单位、建设单位、施工单位、监理单位等相关方共同参加,应了解项目工艺特点和质量要求。分析施工质量保证的重点部位和环节,提出重点管控措施。

8.1.3 电焊工、起重工、电工等所有参与液化烃储罐区施工的人员,应取得与所从事工作相应的特种资格认证。

8.2 技术准备

8.2.1 施工单位应在前期策划阶段,将可能影响储罐区正常运行的因素在施工组织设计中予以明确,包括但不限于:

- a) 防雷设施与接地网的施工顺序及保护措施;
- b) 储罐安装的施工工艺要求;
- c) 受原有罐区在役运行影响的作业许可要求、隔离措施、应急处置措施;
- d) 极端天气影响下的质量控制应急处置措施;
- e) 根据设计要求确定预期目标,辨识施工阶段的质量风险并制定相应措施。

8.2.2 施工单位应在编制施工组织设计之后,将可能影响储罐区正常运行的质量风险因素进行评估,并通过制定风险控制措施(方案)予以明确,包括但不限于:

- a) 焊接工艺规程;
- b) 装配工艺要求;
- c) 质量检验计划;
- d) 施工作业计划;
- e) 耐压试验、气密性试验和充氮保护要求。

8.2.3 焊接工艺评定应符合设计文件和标准规范要求,经过施工单位技术负责人批准;焊接工艺参数应具有约束性和指导性。

8.2.4 装配工艺应符合以下规定：

- a) 组装间隙范围符合设计要求；
- b) 考虑避免强力装配和部件变形的措施；
- c) 矫正措施，不应改变母材性质，避免减薄、损伤或局部应力集中；
- d) 焊接顺序，同时应视作防止焊接变形和应力集中的措施。

8.2.5 质量检验计划应符合以下规定：

- a) 确保关键工艺过程(重大质量风险因素)的全过程见证，其他过程可采取相应方法进行补充验证；
- b) 焊接施工应执行焊接工艺规程，焊接质量(包括低温罐和管道)应满足设计要求。

8.3 材料和设备验收

8.3.1 用于工程实体的材料、半成品及成品进场时，应检查其规格、型号、外观和质量证明文件，有复验要求的材料应按国家现行有关标准的规定和设计文件的要求进行复验，合格后方可使用。用于工程实体的材料、半成品及成品还需满足以下要求：

- a) 承压部件应核对质量证明文件与到货材料的符合性；
- b) 不锈钢或合金钢材料应按设计要求进行光谱检验与分析；
- c) 所有板材、管件等不应有表面可视缺陷；
- d) 螺柱和垫片应符合设计文件的要求，现场应核对厂家螺柱和垫片质量证明文件，检查到货材料与设计文件的一致性；
- e) 阀门型式与规格应逐一核实，安装前应进行现场100%试压检漏；
- f) 仪表设备应逐一检查厂家提供的测试报告，安装前对温度、压力和液位变送器校验其准确度。

8.3.2 库存物资除应符合8.3.1的要求外，还应核对质量证明文件，保证质量证明文件与库存物资一致，不能证明其一致性的，应进行验证性复验，复验合格方可使用。

8.3.3 焊接材料应具有质量证明文件，按设计要求进行复验，复验项目的技术指标应符合设计文件、焊材订货技术协议的要求。

8.3.4 绝热材料和防潮层材料应为阻燃型，氧指数不应小于30。

8.4 施工质量及验收

8.4.1 球形储罐热处理及气压试验应编制专项方案，并应经施工单位技术负责人批准。气压试验应设置两个或两个以上的紧急泄放装置。

8.4.2 球形储罐应进行耐压试验，在液压试验期间应进行基础沉降观测，沉降观测结果应符合GB 50094的规定和设计文件要求。

8.4.3 设备或工艺管道上的开孔和焊接，应在防腐、衬里和压力试验前进行。

8.4.4 任何未经验收合格的工序不应进入下一道工序的施工，注意事项包括但不限于：

- a) 接地网安装质量及布局(隐蔽工程)；
- b) 消防水、循环水管道安装质量(隐蔽及非隐蔽工程)；
- c) 组对间隙与尺度；
- d) 焊接外观；
- e) 热处理；
- f) 无损检测(NDT)、硬度测试；
- g) 防腐质量、牺牲阳极安装质量；
- h) 转动设备安装质量(含基础、固定、机泵对中、单机试运)；
- i) 耐压试验；

- j) 严密性试验;
- k) 抽真空试验。

8.4.5 施工质量检查报告应至少包括以下内容:

- a) 防雷设施安装质量;
- b) 地下接地网及地面所有设备、结构的接地安装质量;
- c) 不发火花地面施工质量与导静电装置安装质量;
- d) 液化烃输送或增压泵等动设备的防爆型式及安装质量;
- e) 液化烃介质管道的法兰静电跨接安装质量;
- f) 防爆型电气设备防爆密封安装质量;
- g) 防爆型仪表设备防爆密封安装质量;
- h) 紧急切断阀门位置的可操作性;
- i) 冷却水、消防水系统的安装质量及设备可靠性;
- j) 防火涂料施工质量;
- k) 罐区围堰、事故池等严密性;
- l) 焊接质量(包括低温罐和管道)验收;
- m) 设备和管道压力试验和气密试验。

8.4.6 设备、管道、电气、仪表、电信、防腐、绝热等专业施工质量应符合设计文件及相应规范要求。

9 试车投用

9.1 生产准备

- 9.1.1 投料前应对工艺过程、动静设备、电气、仪表联校、公用工程和安全设施等进行开车条件确认。
- 9.1.2 应对试运行过程中存在的安全风险进行识别、分析,并落实管控措施。编制并审核完成总体试车方案、联动试车方案、投料试车方案、安全技术规程、操作规程、应急预案和现场处置方案。
- 9.1.3 试运行前应根据液化烃和储罐管理特点完成全员培训,培训内容至少应包括:危险化学品安全技术说明书和安全标签,工艺安全管理知识、操作规程、应急处置。
- 9.1.4 消防设施、安全设施、环保设施、职业病防护设施应具备投用条件,防雷、消防设施验收完成。

9.2 投用前安全检查

- 9.2.1 罐区相关设备、管线、阀门、仪表、注水设施等系统完好,并处于正确状态。
- 9.2.2 过程控制系统(BPCS)和安全仪表系统(SIS)完好投用。
- 9.2.3 确认气体探测系统、火灾报警系统、消防系统、火炬排放系统等完好投用。
- 9.2.4 系统吹扫冲洗、气密试验,以及单机试车、联动试车准备的检查情况。
- 9.2.5 “三查四定”的问题整改消缺完毕。

9.3 投用前检测分析

- 9.3.1 储罐投用前应进行氮气置换,氧含量不应大于0.3%;对氧含量有特殊要求时,氧含量要求不应超过其限值。
- 9.3.2 对低温储存的液化烃储罐应进行露点分析,对常温储存的液化烃储罐有特殊要求时还应进行露点分析,露点不应小于相关标准要求的安全值。

9.4 单机试车

- 9.4.1 单机试车范围内的工程应按详细设计文件的内容和 GB 50170、GB 50275、HG 20231 的质量标

准完成,并确保下列资料齐全:

- a) 隐蔽工程记录;
- b) 蒸汽管道、工艺管道吹扫或清洗合格资料;
- c) 机器润滑油、密封油、控制油系统清洗合格资料;
- d) 管道系统耐压试验合格资料;
- e) 换热器泄漏量和严密性试验合格资料;
- f) 安全阀调试合格资料;
- g) 单机试车相关的电气和仪表调校合格资料。

9.4.2 单机试车方案应经审批,试车操作人员应经考试合格,熟悉试车方案和操作法。

9.5 联动试车

9.5.1 联动试车前,应完成管道系统的试压、吹扫及严密性试验。

9.5.2 联动试车时,应完成液化烃储罐和管道系统的干燥和氮气置换,并应满足下列要求:

- a) 采用干燥氮气或干燥空气进行干燥置换;
- b) 采用氮气干燥置换时,氮气纯度应大于99.5%、水露点应低于 -60°C ;采用空气干燥时,应采取除油措施,防止油污进入管道或储罐。

9.6 投料试车

9.6.1 储罐投用过程中应按照操作规程进行操作,不应超工艺指标,应监控储罐温度、压力、液位。

9.6.2 储罐投用过程中应检查安全阀、液位仪表、温度仪表、压力仪表等安全附件完好,在投料试车过程中至少每小时检查确认储罐及管线各连接法兰、阀门、罐壁等部位无泄漏,必要时对法兰进行冷紧。

9.6.3 低温储罐预冷和首次进料操作应控制相应降温速度在安全值以内。

10 运行管理

10.1 一般要求

10.1.1 企业应建立全员安全生产责任制,企业管理人员应按要求取得相应资格证书。

10.1.2 重大危险源罐区应建立健全安全监测监控体系,温度、压力、液位、流量、视频监控等监测信息应不间断采集,信息存储时间不应少于30天。

10.1.3 企业应定期对操作规程进行评审、修订,工艺、设备发生变更应及时补充完善。

10.1.4 企业应建立联锁管理制度,保证联锁投用、变更和摘除符合要求。联锁值和联锁逻辑的变更实施前应征得原设计单位或具有工程设计综合或化工石化医药行业甲级资质的设计单位同意。

10.1.5 企业应建立报警管理制度,保证所有报警都得到相应的处置,报警的变更应履行相关手续,不应擅自屏蔽报警。

10.1.6 液化烃储罐区运行记录保存期限不应少于3年或1个检验周期。

10.1.7 企业应制定巡检管理制度,明确巡检内容、巡检路线和巡检频率,建立重要参数内外操比对机制,储罐区停工期间应进行正常巡回检查,直至交付检修。

10.1.8 操作人员在执行联锁切除投入、流程改动、机泵切换、压缩机启停、收付倒料切换、切水等重要操作时,应按照相关操作规程执行。

10.1.9 重大危险源所在场所应设置明显的安全警示标志和职业危害因素告知牌。

10.2 物料性质指标与控制

10.2.1 液化烃储罐存储介质不应随意变更,如果变更存储介质,应进行风险评估,按照变更程序管理。

10.2.2 工艺指标应在设计范围内,发生变化时应进行安全风险评估,依据风险评估结果进行变更程序管理。

10.2.3 液态丁二烯中阻聚剂含量不应低于设计下限,丁二烯储存温度不应高于设计上限。

10.2.4 丁二烯储罐的火炬线末端应进行氮气吹扫,防止聚合物堵塞。丁二烯储罐和系统管线应定期进行循环。

10.3 运行维护

10.3.1 储罐液位仪表出现液位偏差应及时进行原因分析并处理。

10.3.2 运行机泵的一、二级密封均应处于完好状态。

10.3.3 日常工作应对储罐附件等电位连接、接地线、人体静电消除器、防静电胶管接地线等完好性进行检查。

10.3.4 管线穿过防火堤处的缝隙应封堵严实,破损的应采用耐火胶泥等材料修补。

10.3.5 应定期检查应急注水管线中无液化烃倒窜。

10.3.6 严寒地区入冬前应对系统管线末端、安全阀、注水管线和火炬系统管线等易积水部位进行防冻胀检查。

10.3.7 液化烃工艺管道不应使用软管连接。

10.3.8 液化烃机泵管理要求如下。

- a) 液化烃机泵不应低于最小允许流量运行。泵流量、密封系统隔离液罐压力、液位保持平稳,出现异常波动要及时退守安全稳态并进行分析原因。
- b) 应根据设备维护策略开展主动维护、定周期维修或状态监测维修。机组累计运行时间超过 24 000 h 应安排预防性检修。活塞杆、连杆螺栓使用寿命不应超过厂家要求时间。液化烃泵机械密封及滚动轴承累计运行时间超过 25 000 h 应安排预防性检修。
- c) 操作人员、维保人员应定期对机泵进行温度检测、机壳表面振动检测和轴振动检测。机泵检修后开机应进行测振、测温,前 2 h 每 30 min 记录 1 次,2 h 以后每 4 h 记录 1 次,24 h 后恢复常规维护。主机配置有模拟量振动监测时,应每周 1 次人工测振,并比对振动变化趋势;未配置模拟量振动监测时,人工测振频率不应少于 2 次/天。液化烃机泵不应带病运行。
- d) 液化烃机泵应进行定期切换,对进出口阀门执行机构、铜套、轴承及盘根应定期维护,确保操作轻便,无泄漏。
- e) 应定期进行常规分析,保证润滑油品质合格。

10.3.9 BPCS、SIS、GDS 等控制系统组态文件应定期备份,组态变化时应及时备份。

10.3.10 企业应建立罐区防雷设施档案,防雷接地设施的图纸资料应齐全,并绘有接地点平面图。应对现场防雷接地点进行编号并挂牌,并与接地点平面图一一对应。

10.3.11 每年应进行至少 2 次防雷检测工作,应委托具有雷电防护装置检测甲级资质的单位进行检测并出具检测记录。

10.3.12 企业应定期对防火保护涂层进行检查,以保证防火保护材料始终保持黏结强度,不应有脱落、鼓泡、松动等情况。

10.4 检验检测

10.4.1 液化烃压力储罐及安全阀应按照 TSG 21 和 TSG 08 的要求进行定期检验。

10.4.2 压力管道应按照 TSG D7005 的要求进行定期检测。

10.4.3 可燃气体报警器每年至少检验 1 次,有毒气体报警器每半年至少检验 1 次,不应随意停用。

10.4.4 液化烃储罐区应定期采用涡流检测仪等检测手段检查管道泄漏情况,并开展泄漏检测与修复(LDAR)专项工作。

10.4.5 罐区紧急切断阀应每季度测试1次,特殊情况可适当延长,但不应超过半年。

10.5 其他操作要求

10.5.1 在储罐区应使用不易产生火花的工具。当需要进行罐区静电、防雷接地和储罐检验等检测采用非防爆型仪表时,其检测作业应按照 GB 30871 动火规程执行。

10.5.2 液化烃储罐切水时作业人员不应离开操作区域,罐区附近动火作业时应满足 GB 30871 的相关要求。

10.5.3 汽化操作应针对液化烃介质特性确定加热介质引入顺序。

10.5.4 应控制液相管线泄压速率,避免管线温度骤降冷脆。

10.5.5 不应使用明火或其他不安全方式进行管线解冻。

11 检维修管理

11.1 液化烃储罐区内的动土、动火、吊装、临时用电、进入受限空间、高处及抽堵盲板等特殊作业应执行 GB 30871,并做好作业计划管控、开展针对性作业危害分析(JHA)、落实安全技术措施、规范工器具使用、监管作业全过程和验收作业完工质量等工作。

11.2 液化烃储罐区安装、改造和检维修的单位应具备与拟承包项目相对应的资质,涉及特种设备的改造与重大维修应向使用地特种设备监管部门报备。

11.3 物料倒空时应按照操作规程执行。在操作时应防止导料泵抽空造成设备损坏。倒空置换时液化烃储罐内残液应密闭排放,不应直排大气,全压力式储罐不应出现气化制冷低温工况。

11.4 丁二烯储罐打开人孔前应进行氮气置换、蒸汽吹扫和碱洗处理等措施,确保罐内物料处理干净。

11.5 液化烃储罐区检维修应编制施工方案,内容应包括作业风险评估、作业方案、作业和监护人员,并经过相关方联合会签。

11.6 液化烃储罐检维修规定如下。

- a) 施工前应进行作业风险评估并编制作业方案。
- b) 施工前应组织针对施工内容、作业环境及技术要求内容进行交底。参与施工人员应清楚施工过程安全风险及内容。
- c) 涉及特种设备的检维修应满足 TSG 21 的要求。
- d) 储罐本体及其附件回装应采用定力矩紧固。
- e) 应落实防错拆(动)误拆(动)措施,管线设备打开部位、盲板抽堵部位及拟拆除的废旧管线应设置警示标识。
- f) 液化烃储罐区作业应采取能量隔离措施,隔离部位应上锁挂牌。
- g) 液化烃储罐区同一区域应控制多工种、多层次的交叉作业。确需进行的交叉作业应指定协调人,采取相应的风险防范措施。
- h) 作业过程中当作业内容、范围、地点、作业环境及条件等发生变更导致风险防控措施失效的,应立即停止作业。
- i) 作业环境及技术要求内容应进行交底与反交底。

11.7 检维修完成后检维修(施工)单位应进行完工确认。

12 应急管理

12.1 一般要求

12.1.1 企业应在风险评估、应急资源调查和案例分析基础上,按照 GB/T 29639 的要求编制生产安全

事故综合应急预案、专项应急预案、现场处置方案,预案应涵盖罐底泄漏、罐顶气相泄漏、罐底切水跑料、液化烃机泵区泄漏等典型事故场景,并进行培训和演练。

12.1.2 应急预案应按要求报备并及时更新,建立政府与企业应急联动机制。

12.1.3 企业应按照 GB 30077 的要求配备应急物资及装备,建立使用档案,定期检测和维护。

12.1.4 抢维修队伍应配备堵漏应急专用设施及堵漏卡具。无法注水的液化烃储罐底部开口与紧急切断阀之间法兰应事先安装堵漏卡具。

12.1.5 消防救援人员难以到达罐区救援时,应采用机器人等设备进行火情侦察。

12.1.6 企业应制定应急演练计划,每半年至少组织 1 次实战演练,演练内容至少应包括罐区火灾、罐底注水(不能注水的除外)、罐区周围警戒与侦察、现场人员搜救与救护等环节。

12.1.7 液化烃储罐现场处置方案的编制内容应简便可行,有效指导现场操作人员。

12.1.8 应急救援物资使用人员应接受相应的培训,熟悉装备的用途、技术性能及使用说明。罐区醒目位置应明示与应急工作相关联的单位和人员通信联系方式。

12.2 火灾报警系统、消防喷淋系统、应急广播管理

12.2.1 企业应建立火灾自动报警系统的技术档案,建立操作规程和岗位规章制度。

12.2.2 企业应建立 24 h 值班制度,消防系统的操作和维护人员应经专业培训,取得消防培训资格证书。

12.2.3 现场操作人员应熟悉本系统的工作原理和操作规程,应掌握现场布置和火灾报警装置的安装位置。

12.2.4 企业每季度应对火灾自动报警系统进行 1 次检查和试验,检查和试验火灾自动报警系统的主要功能,并填写检查和试验记录。

12.2.5 罐区喷淋(雾)系统每年应至少进行 1 次系统功能联动试验。

12.2.6 每季度应对消防应急广播或扩音对讲系统进行试验。

12.3 应急响应

12.3.1 发生事故时企业应启动应急响应机制,成立现场应急指挥部,统一指挥协调现场应急处置工作。

12.3.2 应急响应应以人为本。应急救援前要科学研判风险,明确防范措施,遇到突发情况危及救援人员安全时,应迅速撤离现场。

12.3.3 企业在确认发生事故时,应采取能量隔离、切断物料、退守稳态等关键操作,及时启动应急预案,开展应急处置工作。

附录 A

(规范性)

全压力式液化烃储罐注水系统设计规定

A.1 基本要求

A.1.1 全压力式储罐的注水系统应按照 6.1.1c) 合理设置。注水设施的设计应安全、快速、可操作性强。

A.1.2 全压力式储罐内储存物料性质具有以下情况之一时,不应选择注水措施,应采用其他措施阻止泄漏:

- a) 物料能与水发生化学反应导致严重后果的;
- b) 物料易溶于水且导致通过注水达不到预期防止泄漏效果的,如环氧乙烷、氨、氯甲烷等;
- c) 物料低于 0 °C 的储罐不应注水。

A.2 注水水源

一般采用稳高压消防水系统作为事故状态下的注水水源。

A.3 注水水量的确定

在进行稳高压消防水系统管网的设计时需考虑储罐泄漏状态下 50 t/h~100 t/h 的用水需求。

通过注水管道向储罐内注入的水量应大于或等于从泄漏处流出的水量,并满足一处法兰泄漏所需注水量,实际泄漏量按缠绕式垫片的破损裂缝不超过圆周的 1/7(对应于圆心角约 51°)进行计算。

泄漏点按法兰密封破损考虑,泄漏量可按公式(A.1)计算。

$$Q = 5091\mu A \sqrt{(P - P_0 + \rho gh) / \rho} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

Q —— 泄漏量,单位为立方米每小时(m³/h);

P —— 气相饱和蒸汽压,单位为帕[Pa(A)];

P₀ —— 大气压,单位为帕(Pa);

ρ —— 密度,单位为千克每立方米(kg/m³);

μ —— 流量系数,0.62;

g —— 重力加速度,9.8 m/s²;

h —— 从罐的最高液位到泄漏点的高差,单位为米(m);

A —— 破损处泄漏面积,单位为平方米(m²)。

C₄、丙烯球罐的泄漏量计算示例见表 A.1、表 A.2。

表 A.1 C₄ 泄漏量计算

储罐容积 m ³	球形储罐直径 m	最高液位到 泄漏点的高差 m	泄漏管 DN150 泄漏量 m ³ /h	泄漏管 DN200 泄漏量 m ³ /h	泄漏管 DN250 泄漏量 m ³ /h
1 000	12.3	11.29	25.5	34.06	42.57
2 000	15.7	14.02	25.9	34.65	43.31

表 A.1 (续)

储罐容积 m ³	球形储罐直径 m	最高液位到 泄漏点的高差 m	泄漏管 DN150 泄漏量 m ³ /h	泄漏管 DN200 泄漏量 m ³ /h	泄漏管 DN250 泄漏量 m ³ /h
3 000	18	15.87	26.25	35	44.00

注：以 C₄ 为例，物料密度为 580 kg/m³；罐底和管线的高差确定为 1.4 m，罐的操作压力 0.35 MPa(G)。

表 A.2 丙烯泄漏量计算

储罐容积 m ³	球形储罐直径 m	最高液位到 泄漏点的高差 m	泄漏管 DN150 泄漏量 m ³ /h	泄漏管 DN200 泄漏量 m ³ /h	泄漏管 DN250 泄漏量 m ³ /h
1 000	12.3	11.29	53.79	71.71	89.6
2 000	15.7	14.02	54	72	90
3 000	18	15.87	54.21	72.3	90.36

注：以 C₃ 丙烯物料为例，物料密度为 512 kg/m³；罐底和管线的高差确定为 1.4 m，罐的操作压力 1.57 MPa(G)。

A.4 注水泵排量及注水压力

A.4.1 注水泵的排量应大于或等于从泄漏处流出的水量；

A.4.2 注水泵应具备足够的压力将消防水送入储罐，此压力应大于沿程阻力降、局部阻力降、破损处压力之和，其中破损处压力为储罐气相空间操作压力与储罐最高操作液位引起的压力之和。

A.5 注水方案

液化烃储罐可采用消防水直接注水或借用工艺泵或设置专用注水泵的间接注水的方案。采用何种方案，应根据事故状况下高压消防管网压力和液化烃罐的压力进行综合判断后确定，具体包括以下几种方案。

- 直接注水方案：对于储存介质操作压力 ≤ 0.4 MPa(G)的液化烃储罐，当环罐组四周的高压消防水系统压力 ≥ 0.7 MPa时，可采用直接注水方案。直接注水系统示意图见图 A.1、图 A.2。
- 借用工艺泵注水方案：当确定借用工艺泵注水方案时，该泵应同时满足注水操作负荷的需要并配有应急电源，注水方式见图 A.1、图 A.3。
- 专用注水泵方案：当物料泵不能满足注水流量和压力的基本要求时，则需设置专用注水泵完成注水。专用注水泵的参数需符合本文件的要求，与专用注水泵相连接的管线的管路等级与需注水的工艺物料的管路等级应保持一致。与物料管线接入点位置见注水系统示意图，设置专用泵注水示意图见图 A.4、图 A.5。
- 采用移动式注水泵方案。
- 用消防车注水方案。

A.6 注水接入点

注水点优先采用半固定式连接。当采用半固定式连接时，快速接头应实现迅速注水。快装接头及

连接软管采用 LPG 装卸车专用系列产品。实现半固定连接时,除在连接端设双阀外还应加设单向阀(单向阀流向为从消防水管道流往工艺管道)及检查阀。与水源连接的注水点应在储罐防火堤以外,水源的甩头应设在注水点附近,距离不应大于 5 m。水源为移动供水时,水源接点应靠近路边布置。

A.7 其他说明

其他内容的说明如下:

- a) 注水阀前后应设压力测量仪表;
- b) 寒冷地区的注水管道应采取保温、伴热等必要的防冻措施;
- c) 正常状况下注水管线应无物料及水进入,并增加惰性保护措施;
- d) 现有企业注水点已采取固定式连接而又不方便整改的,则应在水与液化烃管线之间增设盲板;
- e) 泄漏水应排入事故水收集池。

A.8 注水系统示意图

直接注水及借用工艺泵注水系统示意流程见图 A.1,直接注水系统示意流程见图 A.2,借用工艺泵注水系统示意流程见图 A.3,设置专用泵注水系统示意流程分别见图 A.4、图 A.5。



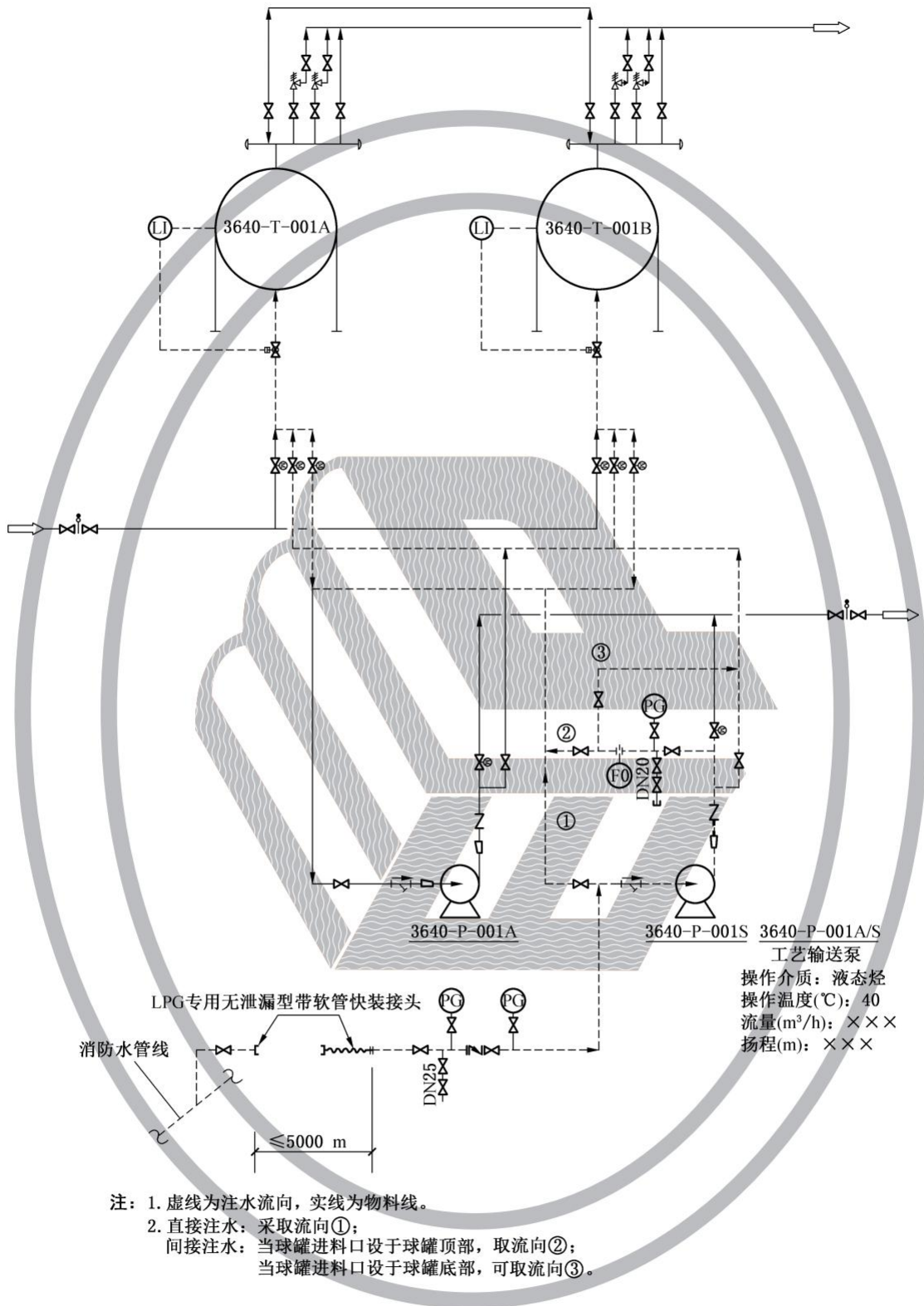


图 A.1 直接注水及借用工艺泵注水系统示意流程

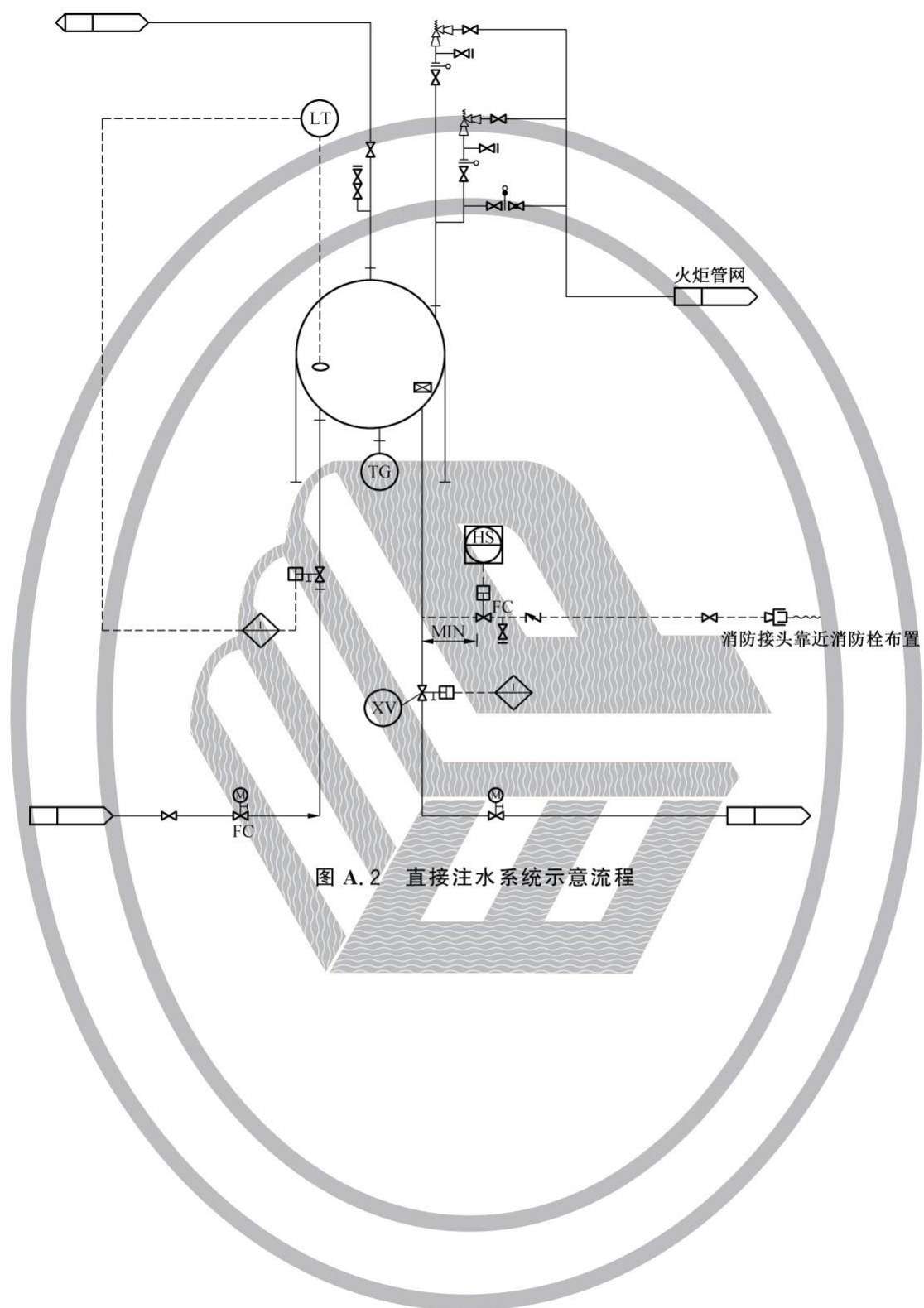


图 A.2 直接注水系统示意图

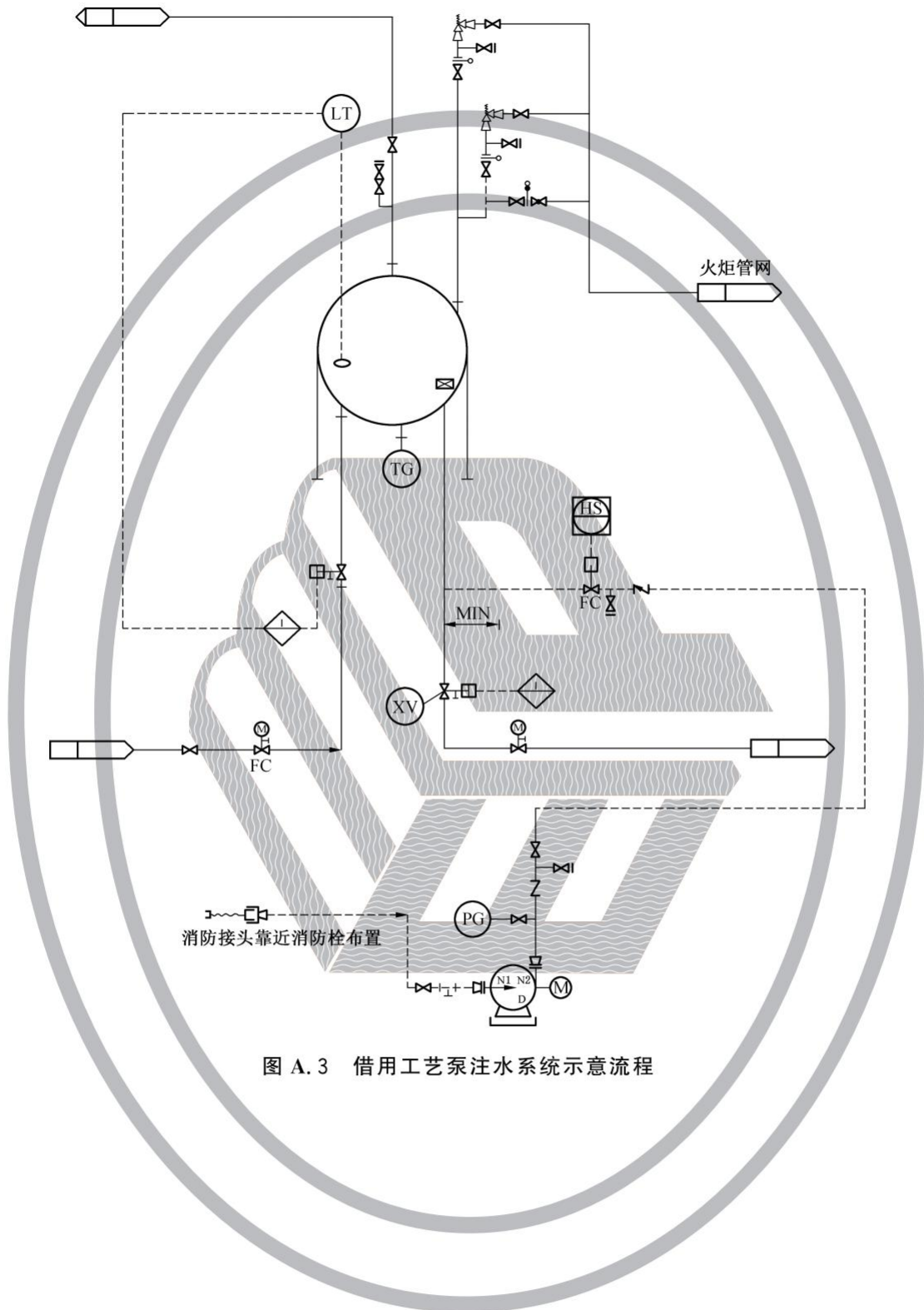


图 A.3 借用工艺泵注水系统示意流程

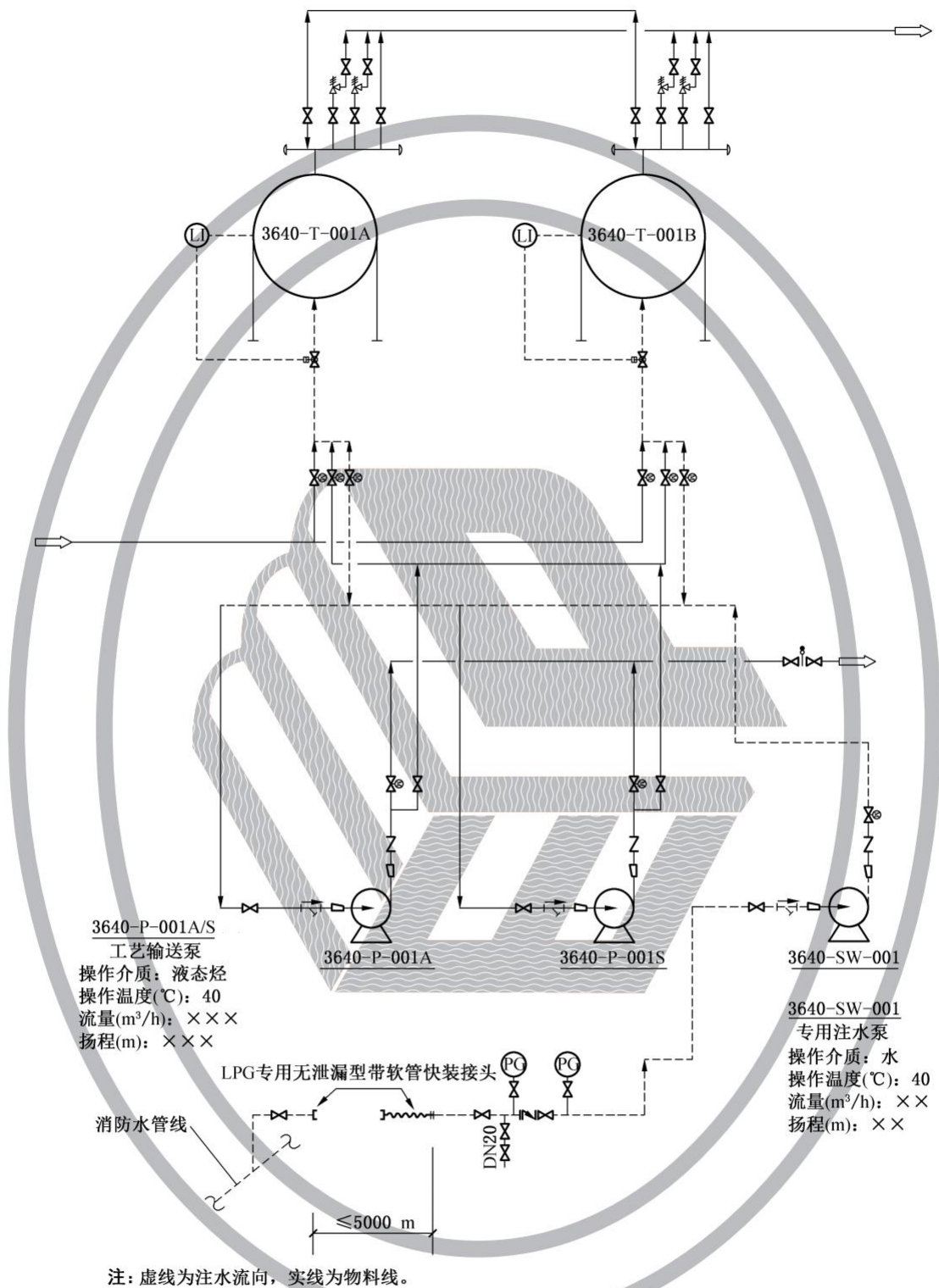


图 A.4 设置专用泵注水系统示意流程一

