

DB51

四川省地方标准

DB51/T 3336—2025

零散天然气橇装回收安全规范

2025 - 12 - 23 发布

2025 - 12 - 31 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 一般规定 2

 4.1 基本要求 2

 4.2 橇装装置要求 3

5 设计 3

 5.1 区域布置 3

 5.2 平面布置 4

 5.3 工艺设计 8

 5.4 液化天然气橇装回收站工艺设施 9

 5.5 压缩天然气橇装回收站工艺设施 10

 5.6 公用工程与辅助工程 11

 5.7 安全防护设施 13

 5.8 道路设计 14

6 施工、试运行及验收 14

 6.1 施工 14

 6.2 试运行 14

 6.3 验收 14

7 运行与维护 15

 7.1 生产运行 15

 7.2 维护与检修 15

 7.3 检验检测 15

8 充装要求 16

9 拆除及搬迁 16

10 安全管理 16

 10.1 风险管理 16

 10.2 作业许可 16

 10.3 应急管理 17

 10.4 职业健康和劳动保护 17

参考文献 18

前 言

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。

本文件由四川省应急管理厅提出、归口、解释并组织实施。

本文件起草单位：中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司、中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司成都天然气化工总厂、中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司安全环保与技术监督研究院、四川省应急管理厅、四川省能源局、四川省应急救援总队、四川省质量和标准化研究院、中国石油化工股份有限公司西南油气分公司、中国石油天然气股份有限公司浙江油田分公司、大庆油田有限责任公司重庆分公司、中国石化中原油田普光分公司、中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司致密油气勘探开发项目部、中京燃气公司、四川安信科创科技有限公司、四川省诚实安全咨询技术服务有限责任公司。

本文件主要起草人：朱凌、高川杰、汪刚、高立新、龚建华、李文艺、杨轲舸、陈明、韩应蛟、许君、邓晓峰、谭龙华、刘盛兵、詹平、刘坤、胡军、谢仲海、蒋军、鲁龙兴、李静、唐春凌、林相如、闭其云、范良、朱岩、洪祥、李先兵、涂君君、刘小飞、徐冠男、朱建立、李铭。

零散天然气橇装回收安全规范

1 范围

本文件规定了零散天然气橇装回收在设计、施工、运行与维护、充装、拆除及搬迁过程中的安全管理和技术要求。

本文件适用于油气开采企业自行实施或通过外包工程实施的不涉及液化天然气/压缩天然气固定存储的零散天然气橇装回收，处理量不大于 $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的液化天然气橇装回收站、处理量不大于 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 压缩天然气橇装回收站。

本文件不适用于车载式零散天然气橇装回收。

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 2894 安全色和安全标志
- GB/T 4213 气动控制阀
- GB/T 4272 设备及管道绝热技术通则
- GB 12158 防止静电事故通用要求
- GB/T 14525 波纹金属软管通用技术条件
- GB 17820 天然气
- GB 18047 车用压缩天然气
- GB/T 19204 液化天然气的一般特性
- GB/T 20801.2 压力管道规范 工业管道 第2部分：材料
- GB/T 22653 液化气体设备用紧急切断阀
- GB/T 24918 低温介质用紧急切断阀
- GB/T 24925 低温阀门 技术条件
- GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
- GB/T 38753 液化天然气
- GB 39800.2 个体防护装备配备规范 第2部：石油、化工、天然气
- GB 42294 陆上石油天然气开采安全规程
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
- GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准
- GB 50183 石油天然气工程设计防火规范
- GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范
- GB/T 50823 油气田及管道工程计算机控制系统设计规范

GB 50974 消防给水及消防栓系统技术规范
GB 51102 压缩天然气供应站设计规范
GB/T 51257 液化天然气低温管道设计规范
GB 51261 天然气液化工厂设计标准
GB 55036 消防设施通用规范
GB 55037 建筑防火通用规范
AQ 3009 危险场所电气防爆安全规范
JT/T 617 (所有部分) 危险货物道路运输规则
SY/T 0048 石油天然气工程总图设计规范
SY/T 0076 天然气脱水设计规范
SY/T 5225 石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程
SY/T 5719 天然气凝液安全规范
SY/T 6277 硫化氢环境人身防护规范
SY/T 6503 石油天然气工程可燃气体和有毒气体检测报警系统安全规范
TSG 07 特种设备生产和充装单位许可规则
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
TSG 31 工业管道安全技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

零散天然气 scattered natural gas

指油气田新井测试、评价井试采、分散井等产出的不具备外输条件或不满足地面集输系统或处理设施最低进气条件的天然气。

3.2

天然气凝液 natural gas liquids

从天然气中回收的且未经稳定处理的液体烃类混合物的总称，一般包括乙烷、液化石油气和稳定轻烃成分。

3.3

橇装装置 skid-mounted facility

是一种将多个设备或组件集成在一个整体底座上的组合，具备整体移动和快速安装的特性。

3.4

橇装回收站 skid-mounted recovery station

由一个或多个橇装装置，按一定功能要求组合，实现零散天然气回收功能的生产场所。

注：橇装回收站采用液化天然气回收工艺的称为液化天然气橇装回收站，采用压缩天然气回收工艺的称为压缩天然气橇装回收站。

4 一般规定

4.1 基本要求

4.1.1 零散天然气优先采用管道输送，拟纳入橇装回收的气井应当在设计阶段时，一并纳入“三同时”

管理,油气开采企业自行实施或通过外包工程实施的零散天然气橇装回收属于油气集输的一个组成部分,纳入石油天然气开采安全监管范畴。

4.1.2 油气开采企业承担零散气橇装回收安全生产主体责任。在同一施工或生产区域有两家及以上单位进行生产经营活动,可能危及对方生产安全的,油气开采企业应组织签订安全生产管理协议,明确相关单位安全管理界面和安全职责。

4.1.3 零散天然气回收期原则上不超过4年,届满后应根据装置安全评估情况确定是否续期。

4.1.4 橇装回收站的设计单位应具有工程设计综合资质或相应工程设计化工石化医药、石油天然气(海洋石油)行业相应资质,并持有相应压力容器、压力管道等特种设备设计许可资格。

4.1.5 橇装回收站施工、监理单位应具有工程类专业资质。

4.1.6 橇装回收站的管理单位应设置安全生产管理机构,或者配备专职安全生产管理人员,建立安全生产管理制度。

4.1.7 从业人员应接受安全生产教育和培训,掌握安全生产法规和安全生产知识。安全生产管理人员、特种作业人员应持证上岗,主要负责人和其他从业人员应进行专项安全培训并考核合格。

4.1.8 安全设施与主体工程应同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

4.1.9 橇装回收站区域布置应符合油气集输场所的安全环境要求。

4.1.10 进入液化天然气橇装回收站的天然气硫化氢含量应小于 20 mg/m^3 ,进入压缩天然气橇装回收站的天然气硫化氢含量应小于 15 mg/m^3 。硫化氢含量 30 g/m^3 及以上的含硫气井不应采用橇装回收站回收。

4.1.11 道路运输液化天然气(或压缩天然气),应遵守JT/T 617。

4.2 橇装装置要求

4.2.1 橇装装置中特种设备的生产单位应具备《特种设备生产单位许可目录》相应规定资质。

4.2.2 橇装装置的生产及安装单位应具备该橇中特种设备(含压力管道)相应级别的安装修理改造资质,应符合TSG 07的规定。

4.2.3 橇装装置内控制箱、仪表、管路阀门、元器件等应符合设计要求。橇中属于特种设备的设施要按照特种设备相应的安全技术规范要求设计、制造、型式试验或监督检验。

4.2.4 橇装装置应具有产品铭牌,标明设计参数、设计单位、制造单位、出厂日期、尺寸、重量等。

4.2.5 橇装装置应满足操作和检维修空间要求。

5 设计

5.1 区域布置

5.1.1 橇装回收站宜布置在城镇和居住区的全年最小频率风向的上风侧。在山区、丘陵地区建设橇装回收站,宜避开窝风地段。

5.1.2 橇装回收站外接道路应满足运输车辆安全通行的条件。

5.1.3 橇装回收站、放空管、液化天然气装车点、压缩天然气加气柱与站外建(构)筑物的防火间距,不应小于表1的规定。

表1 橇装回收站场区域布置的防火间距

单位为米

序号	装置外建（构）物		橇装回收站		放空管	液化天然气装车点	压缩天然气加气柱
			不含天然气凝液	含天然气凝液			
1	100 人以上的居住区、村镇、 公服与商业设施		30	50	60	38	30
2	100 人以下的散居房屋		30	45	60	34	30
3	相邻厂矿企业		30	50	60	38	30
4	铁路	国家铁路线	30	40	40	30	22
		工业企业铁路线	20	35	40	27	22
5	公路	高速公路	20	30	40	23	6
		其他公路	10	20	30	15	5
6	35KV 及以上独立变电所		30	50	60	38	30
7	架空电力线路		1.5 倍杆高	1.5 倍杆高	40	1.5 倍杆高	1.0 倍杆高
8	架空通信线	国家Ⅰ、Ⅱ级	1.5 倍杆高	40	40	10	0.75 倍杆高
		其他通信线路	1.5 倍杆高	1.5 倍杆高	30	1.5 倍杆高	0.75 倍杆高
9	爆炸作业场地（如采石场）		300	300	150	500	300
<p>注1：表中橇装回收站数值系指其内甲、乙类储罐外壁与周围居住区、相邻厂矿企业、交通线等的防火间距。油气处理设施、容器、厂房与序号1~6的防火间距可按本表减少 25%。</p> <p>注2：火炬的防火间距应经辐射热计算确定，进入放空火炬前的放空气体应经凝液分离罐分离，其分离精度应满足 GB 50183的规定。</p>							

5.1.4 放空管宜位于橇装回收站生产区最小频率风向的上风侧，且宜布置在站场外地势较高处。与石油天然气场站间距应符合以下要求：

- a) 放空管放空量等于或小于 $1.2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{h}$ 时，不应小于 10 m；
- b) 放空量大于 $1.2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{h}$ 且等于或小于 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{h}$ 时，不应小于 40 m。

5.1.5 含硫化氢天然气井公众安全防护距离应符合 SY/T 6277 的规定。

5.2 平面布置

5.2.1 橇装回收站总平面应根据生产流程及各组成部分的生产特点和火灾危险性，结合地形、风向等

条件，按功能分区对橇装装置集中布置。

5.2.2 充装区宜布置在橇装回收站站场边沿或场外，并宜独立成区。

5.2.3 放空管管口应高出距其 10m 范围内的建（构）筑物或露天设备平台 2 m 以上，且距地面高度不得小于 10 m。

5.2.4 在距离主要出入口较远的地段，巡视或检修较多的地点附近应设置逃生出口，逃生出口应与主要出入口位于不同方位。站场外通往逃生出口的路线应保证畅通。

5.2.5 橇装回收站内部设施防火间距应当符合 GB 50183 的有关规定。液化天然气橇装回收站内部设施防火间距不应小于表 2 的规定，压缩天然气橇装回收站内部设施防火间距不应小于表 3 的规定。

表2 液化天然气橇装回收站内部设施间的防火距离

单位为米

名称	气井	露天油气密闭装备及阀组	可燃气体压缩机及压缩机房	天然气凝液泵、阀组间	水套炉	加热炉、锅炉房	10kV 及以下户外变压器、配电间	发电机房	凝析油油罐	含油污油罐（池、箱）（m³）		装卸车鹤管（充装区）	辅助生产设施
										≤30	>30		
气井													
露天油气密闭装备及阀组	5												
可燃气体压缩机及压缩机房	20												
天然气凝液泵、阀组间	20												
水套炉	9	5	15	15									
加热炉、锅炉房	20	20	15	22.5									
10kV 及以下户外变压器、配电间	15	10	15	22.5	-	-							
发电机房	20	15	15	15	-	-	-	-	15	15	22.5	15	
凝析油油罐	15	10	15	10	15	20	15	15					
含油污油罐（池、箱）（m³）	≤30	20	-	9	-	15	15	25	15				
	>30		12	15	15	22.5	15	30	15				

表2 液化天然气橇装回收站内部设施间的防火距离（续）

单位为米

名称	气井	露天油气密闭装备及阀组	可燃气体压缩机及压缩机房	天然气凝液泵、阀组间	水套炉	加热炉、锅炉房	10kV 及以下户外变压器、配电间	发电机房	凝析油油罐	含油污油罐（池、箱）(m³)		装卸车鹤管（充装区）	辅助生产设施
										≤30	>30		
汽车装卸鹤管（充装区）	15	15	15	15	15	20	15	15	15	15	15		
辅助生产设施	20	15	15	15	—	—	—	—	15	15	22.5	15	
计量仪表间	9	5	10	10	10	10	—		15	10	15		
污水池	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10
注1：辅助生产设施指装置内的空压机、循环水橇、脱盐水橇、集中控制室、会议室、地磅房、工具间等。													
注2：“—”表示设施间距需满足安装、操作及维修要求。													

表3 压缩天然气橇装回收站内部设施间的防火距离

单位为米

名称	气井	露天油气 密闭装备 及阀组	天然气凝液 泵、阀组间	压缩 机橇	水 套 炉	配电间	计量仪 表间	集中控制 室、充装区 值班室	发 电 机 房	污水 池
气井										
露天油气密闭装 备及阀组	5									
天然气凝液泵、 阀组间	20	—								
压缩机橇	20	—	—							
水套炉	9	5	15	15						
配电间	20	15	15	15	—					
计量仪表间	9	5	10	10	10	—				
集中控制室、充 装区值班室	20	15	15	15	—	—	—			
发电机房	20	15	15	15	15	—	—	15		
污水池	5	5	5	5	5	5	10	5	10	
加气柱	20	10	10	6	15	15	6	15	15	10
注：“—”表示设施间距需满足安装、操作及维修要求。										

- 5.2.6 气瓶车固定车位距加气柱的距离宜设置为 2 m～3 m。
- 5.2.7 含硫化氢场站平面布置的安全防护距离还应符合 SY/T 0048 的规定。

5.3 工艺设计

- 5.3.1 回收工艺应根据装置规模、原料气的组分和压力、节约能源及环境保护等因素合理确定。
- 5.3.2 橇装回收站的设计应符合提高装置集成度、自动化程度和安全可靠性的要求，应设置可靠的自动控制系统，配套标准通信接口，实现远程监控功能。
- 5.3.3 液化天然气橇装回收站工艺管道及仪表流程图在批准前应进行危险和可操作性（HAZOP）分析。压缩天然气橇装回收站工艺管道及仪表流程图在批准前宜进行危险和可操作性（HAZOP）分析。
- 5.3.4 在进橇装回收站天然气管道上应设置紧急切断阀。当场内有两套及以上的橇装回收装置时，每套装置的原料气进气管道上均应设置紧急切断阀。各橇装装置进出口均应设置截断阀。
- 5.3.5 液化天然气橇装回收站工艺设计要求如下：
- a) 液化天然气的气质指标应符合 GB/T 38753 的规定；
 - b) 压力管道的材料选择应符合 GB/T 20801.2、TSG 31 的规定，液化天然气管道的材料应符合 GB/T 51257 的规定；

- c) 正常操作工况下与液化天然气接触的设备受压元件、管道材料等的选择应符合 GB/T 19204 中的有关规定；
- d) 低温管道绝热设计应符合 GB 50264 和 GB/T 4272 的有关规定；
- e) 用于输送低温介质的阀门应符合 GB/T 24925 的有关规定，紧急切断阀应符合 GB/T 22653 的有关规定，低温紧急切断阀应符合 GB/T 24918 的有关规定。

5.3.6 压缩天然气橇装回收站工艺设计要求如下：

- a) 充装的车用天然气应符合 GB 18047 的技术指标；充装的其他用途天然气应符合 GB 17820 中一类、二类天然气技术指标。天然气中应不存在液态水和液态烃；
- b) 所有与外部管线连接口宜选用法兰连接；
- c) 装置内高压天然气管道宜采用焊接连接，管道与设备、阀门可采用法兰、卡套、锥管螺纹连接。

5.4 液化天然气橇装回收站工艺设施

5.4.1 调压计量

- 5.4.1.1 天然气进装置管道宜采取调压或限压措施。天然气进装置管道设置调压器时，调压器应设置在天然气进装置管道上的紧急切断阀之后。
- 5.4.1.2 原料天然气经调压后，进入计量装置。计量准确度不应低于 1.0 级。
- 5.4.1.3 调压器前后应设置压力检测。

5.4.2 酸性气体脱除

- 5.4.2.1 脱酸工艺宜采用混合胺法或活化胺作为吸附剂。
- 5.4.2.2 脱酸工艺应设置在线分析仪检测二氧化碳含量。
- 5.4.2.3 脱酸后天然气中二氧化碳含量应小于 50×10^{-6} （体积分数）。

5.4.3 脱水

- 5.4.3.1 脱水工艺宜采用 3A 或 4A 分子筛为吸附剂，分子筛脱水装置设计应符合 SY/T 0076 的规定。
- 5.4.3.2 脱水工艺应设置在线分析仪检测水分含量。
- 5.4.3.3 脱水后气体的水含量应小于 1×10^{-6} （体积分数）。

5.4.4 脱汞

- 5.4.4.1 脱汞宜采用载硫活性炭或载银分子筛作为吸附剂。
- 5.4.4.2 脱汞装置出口的天然气汞含量应低于 $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

5.4.5 制冷

- 5.4.5.1 宜采用混合冷剂制冷工艺，设置冷剂回收罐。
- 5.4.5.2 大于 300 KW 的电机宜使用高压电机，应有电流、温度等监测。
- 5.4.5.3 制冷压缩机的进、出口位置应设置气液分离器和液位监测。
- 5.4.5.4 制冷压缩机橇现场控制柜应设置紧急停车按钮。

5.4.6 脱重烃

- 5.4.6.1 进入橇装回收站天然气含有重烃（C5 及以上）时，应设置脱除设施。
- 5.4.6.2 脱除后天然气中重烃（C5 及以上）含量不宜大于 0.1%（体积分数）。
- 5.4.6.3 天然气凝液储罐应设有排污口，污水应密闭收集并集中处理。

5.4.6.4 天然气凝液收集、储存、充装应符合 SY/T 5719 相关规定。

5.4.7 低温液化

5.4.7.1 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。

5.4.7.2 冷箱换热器上应设置带有远传功能的温度检测元件。

5.4.7.3 冷箱内换热器的各种流道应设置压力泄放装置，泄放压力不应超过在冷箱换热器的各种流道的最大允许工作压力。

5.4.7.4 冷箱内部不应设置控制阀门。

5.4.7.5 冷箱周边设置围堰或引流至安全处集中收集，并设低温监测装置。

5.4.8 充装

5.4.8.1 液化天然气装车液相总管和气相总管上应设紧急切断阀，紧急切断阀与装车鹤管的距离应不小于 10m，安装位置应保证在紧急情况下操作人员易接近。

5.4.8.2 液化天然气充装应采用低温液体万向充装鹤管，并应设置紧急脱离装置。

5.4.8.3 装卸臂的公称压力不得小于装卸系统工作压力的 2 倍，其最小爆破压力大于 4 倍的公称压力，装卸臂应标志开始使用日期，其使用年限应按照有关规定执行。

5.4.8.4 液化天然气汽车装车鹤位之间的距离不应小于 4 m，与重烃充装鹤位之间的距离不应小于 8 m。

5.4.8.5 充装区应设置围堰或导流沟，并符合 GB/T 20368 的规定。

5.4.8.6 充装区低温监测和可燃气体报警应纳入安全联锁系统。

5.4.8.7 充装区构筑物应采用非燃烧体耐火材料，其耐火性能应符合 GB 55037 的规定。

5.4.8.8 充装管线上应设置具有远传功能的防超充装流量监测装置。

5.4.8.9 充装鹤位靠近充装车辆一侧应设置高度不小于 0.5 m 的防撞柱（栏）。

5.4.8.10 充装区应设置紧急停车按钮，设置应符合 GB/T 20368 的规定。

5.4.9 安全泄放

5.4.9.1 橇装回收站单独设置放空立管时应当与井站放空立管保证安全距离。利用原井站放空立管放空时，应确保不同压力的放空点能同时安全排放。

5.4.9.2 低温放空和常温放空系统应分开设置，低温放空管线应复热后再与放空总管连接，复热后管线出口应设温度监测。

5.4.9.3 放空火炬系统应设置阻火器、爆破片，含天然气凝液的放空气应设置放空分液罐。

5.4.9.4 橇装回收站的进气总管上应设置超压保护和安全泄放。

5.4.9.5 在不同压力等级的压力容器及其管路间设置安全阀、放空阀；安全阀设置应符合 TSG 21 的有关规定。

5.4.9.6 低温介质封闭管道应设置热膨胀安全阀或泄放设施。

5.5 压缩天然气橇装回收站工艺设施

5.5.1 调压计量

5.5.1.1 天然气进装置管道宜采取调压或限压措施。天然气进装置管道设置调压器时，调压器应设置在天然气进装置管道上的紧急切断阀之后。

5.5.1.2 原料天然气经调压后，进入计量装置。计量准确度不应低于 1.0 级。

5.5.1.3 调压器前后应设置压力检测。

5.5.2 脱水、脱烃

- 5.5.2.1 应根据气体组分、回收方式确定适合脱水方法。
- 5.5.2.2 脱水装置上应设置在线水露点检测仪。
- 5.5.2.3 天然气凝液储罐应设有排污口，污水应密闭收集并集中处理。
- 5.5.2.4 天然气凝液收集、储存、充装应符合 SY/T 5719 相关规定。

5.5.3 压缩增压

- 5.5.3.1 压缩机选型应根据来气压力、气质、气量波动情况综合考虑。
- 5.5.3.2 压缩机进口采用波纹金属软管时，其工作压力应符合 GB/T 14525 的规定。钢制管道与软管连接处应有固定措施，软管整体设置外防护措施。
- 5.5.3.3 压缩机的进口应设置分离缓冲罐，机组出口后宜设置排气缓冲罐。分离缓冲罐应设置压力指示仪表、液位计、排污装置和超压安全泄放设施。压缩机的卸载排气宜回收至压缩机缓冲罐或废气回收罐。
- 5.5.3.4 压缩机出口与第一个截断阀之间应设安全阀，安全阀的泄放能力不应小于压缩机安全泄放量；压缩机进、出口应设高、低压报警和高压越限停机装置；压缩机组的冷却系统应设温度报警及停车装置；压缩机组的润滑油系统应设低压报警及停机装置。
- 5.5.3.5 压缩机橇现场控制柜应设置紧急停车控制按钮，集中控制室应设置紧急停车控制按钮。
- 5.5.3.6 压缩机应设置独立的自动控制系统，该系统应具有实现压缩机启动、停车、监视控制、连锁保护、自动声光报警、紧急停车、故障查询与上位机系统进行信息交换等功能。
- 5.5.3.7 压缩机之间及压缩机与墙壁之间的净距不宜小于 1.5 m；重要通道宽度不宜小于 2 m；机组联轴器及皮带传动装置应采取安全防护措施，应符合 GB 51102 的规定。

5.5.4 充装

- 5.5.4.1 气瓶车充装压力，在充装温度为 20℃ 时，充装压力不应大于 20.0 MPa（表压）。
- 5.5.4.2 加气柱上应设置压力表、限压阀、气量标定等接口。
- 5.5.4.3 加气设施不得设置在室内，加气柱软管上应设安全拉断阀，加气柱安全拉断阀的分离拉力宜为 600–900N，软管的长度不应大于 6 m。
- 5.5.4.4 装卸软管的公称压力不得小于加气系统工作压力的 1.3 倍，装卸软管的最小爆破压力大于 4 倍公称压力，装卸软管必须标志开始使用日期，制造单位需注明软管的设计使用寿命。
- 5.5.4.5 装卸软管与气瓶车有可靠的连接方式，具有防止软管拉脱的连锁保护装置或措施。
- 5.5.4.6 充装区构筑物应采用非燃烧体耐火材料，其耐火性能应符合 GB 55037 的规定。
- 5.5.4.7 加气柱靠近充装车辆一侧应设置高度不小于 0.5 m 的防撞柱（栏）。
- 5.5.4.8 充装区应设置紧急停车按钮。

5.5.5 安全泄放

- 5.5.5.1 橇装回收站单独设置放空立管时应当与井站放空立管保证安全距离。利用原井站放空立管放空时，应确保不同压力的放空点能同时安全排放。
- 5.5.5.2 放空火炬系统应设置阻火器、爆破片，含天然气凝液的放空气应设置放空分液罐。
- 5.5.5.3 橇装回收站的进气总管上应设置超压保护和安全泄放。
- 5.5.5.4 在不同压力等级的压力容器及其管路间设置安全阀、放空阀；安全阀设置应符合 TSG 21 的有关规定。

5.6 公用工程与辅助工程

5.6.1 仪表及控制系统

5.6.1.1 橇装回收站宜设置周界入侵检测报警系统，并接入视频监控系统，实现自动报警和远程高音喊话。

5.6.1.2 液化天然气橇装回收站应设置基本过程控制系统（BPCS）、安全仪表系统（SIS）、紧急停车系统（ESD）、火气系统（FGS）和可燃气体检测报警系统（GDS）；压缩天然气橇装回收站的计算机控制系统结构宜由基本过程控制系统（BPCS）、安全仪表系统（SIS）和火气系统（FGS）等子系统组成。设置时应符合 GB/T 50823 的规定。

5.6.1.3 集中控制室内应设置紧急停车按钮，具备事故状态下紧急切断功能。现场紧急停车按钮应设置在人员容易接近、方便操作的地方。

5.6.1.4 计算机控制系统供电应采用不间断电源（UPS），电池后备时间不应小于 1 h。

5.6.1.5 橇装回收站所有的电气仪表设备，应满足适用于所规定的危险区划分的防爆、耐火、防护等级要求。

5.6.2 防雷防静电

5.6.2.1 橇装回收站内建（构）筑物及设备、管道的防雷设计应符合 GB 50057 的有关规定，防静电设计应符合 GB 12158 的有关规定。

5.6.2.2 橇装回收站内建筑物防雷装置接地（独立接闪装置的接地装置除外）、防静电接地、电子和电子信息系统接地等宜共用接地装置，接地电阻应小于 4 Ω 。单独设置的工艺装置，接地电阻不宜大于 10 Ω 。地上或管沟敷设的金属管道始末端硬座接地连接，接地电阻不宜大于 10 Ω 。法兰等金属构件应有可靠电气连接；配线电缆应采用屏蔽电缆或钢管保护，并做好接地处理。

5.6.2.3 当设置罩棚时应考虑防雷措施，金属罩棚可利用自身结构接闪，非金属罩棚应设置避雷带，接地均应不少于 2 处。

5.6.2.4 生产区和充装区入口处应设置具有报警功能的防爆型人体静电释放装置。

5.6.2.5 充装区应设置与罐车（或气瓶车）可靠连接的防静电接地装置，并应设置能检测跨接线及监视接地装置状态的静电接地仪，具有报警功能。

5.6.3 通信及数字化

5.6.3.1 橇装回收站通信系统应满足生产调度及安全防范的需求。

5.6.3.2 橇装回收站出入口设置高清摄像头，应接入工业电视监控系统，宜设置生产数据和工业电视实时监控、AI 智能违章识别系统、激光甲烷检测系统，具有远传功能，系统记录不应小于 90 d。液化天然气橇装回收站还应建立移动式压力容器充装追溯系统。

5.6.4 建（构）筑物

5.6.4.1 橇装回收站应设置高度不低于 2.2 m 的不燃烧实体围墙或围栏。

5.6.4.2 总变（配）电所，变（配）电间的室内地坪应比室外地坪高 0.6 m；液化天然气橇装回收站和含凝液的压缩天然气橇装回收站集中控制室设置非防爆仪表及电气设备时，集中控制室室内地坪应比室外地坪高 0.6 m。

5.6.4.3 集中控制室等有人值守场所面向具有火灾、爆炸危险装置一侧采用一定耐火极限的防火墙或防爆墙，且不得有门窗、洞口。

5.6.4.4 设备基础应满足承载力的安全要求，基础周围土方应夯实、整平。当对设备基础有沉降量要求时，应以基础均匀沉降且 6 d 内累计沉降量不大于 12 mm 为合格。基础交付设备安装时，混凝土强度不应低于设计强度的 75%。

5.7 安全防护设施

5.7.1 紧急切断系统

- 5.7.1.1 紧急切断阀应具有手动和自动切断功能。
- 5.7.1.2 紧急切断阀允许泄漏等级应选择 GB/T 4213 规定的 V 级或以上。
- 5.7.1.3 远程控制按钮应设置在有人值守的集中控制室或值班室内。
- 5.7.1.4 紧急切断系统应具有手动复位功能。

5.7.2 检测报警系统

- 5.7.2.1 橇装回收站工艺区、压缩机厂房、充装区等易发生可燃气体或有毒气体聚储区域，应设置可燃气体或有毒气体报警系统和火灾自动报警系统，并宜在装置区和巡检通道及厂房出入口设置火灾手动报警按钮。
- 5.7.2.2 可燃或有毒气体检测报警器选用和安装应符合 SY/T 6503 的规定。工艺装置区、充装区宜设置激光甲烷检测报警装置。
- 5.7.2.3 橇装回收站应设应急照明，后备时间不少于 30 min。
- 5.7.2.4 报警系统应配有不间断电源，供电时间不宜少于 60 min。
- 5.7.2.5 液化天然气橇装回收站的冷箱、充装区以及其他存在潜在危险需要经常观测处，应设连续检测液化天然气泄漏的低温检测报警装置。

5.7.3 消防

- 5.7.3.1 橇装回收站内建（构）筑物消防设施应符合 GB 50183、GB 55036 的有关规定。
- 5.7.3.2 工艺装置区、建（构）筑物配置灭火器类型和数量参照 GB 51261、GB 50156，具体配置应符合表 4 规定。

表4 干粉灭火器配置一览表

场 所	配置数量
工艺装置区	按区域面积，每 300 m ² 设置 50 kg 不少于 1 具、8 kg 灭火器不少于 2 具（核实）
液化天然气汽车罐车充装区	按充装鹤管数量，每处设置 8 kg 干粉灭火器不少于 2 具
压缩天然气气瓶车充装区	按加气柱数，每 2 台加气柱设置 5 kg 手提式干粉灭火器不少于 2 具，加气柱不足 2 台按照 2 台配置
注：5 kg 和 8 kg 指手提式干粉型灭火器的药剂充装量，50 kg 指推车式干粉型灭火器的药剂充装量。按照GB 50140的要求，一个计算单元内配置的灭火器数量不得少于 2 具。	

- 5.7.3.3 其他建筑的灭火器配置应符合 GB 50140 的有关规定。
- 5.7.3.4 含天然气凝液的橇装回收站区域内应配置消防沙、消防桶、消防铲等。
- 5.7.3.5 天然气凝液罐总容量大于 50 m³或单罐容量大于 20 m³时，应设置固定式水喷雾或水喷淋系统和辅助水枪（水炮）；总容量不大于 50 m³或单罐容量不大于 20 m³时，可设置半固定式消防冷却水系统。设置消防冷却水系统时，消防用水量应按 20 L/s，火灾延续供水时间 3 h 配置。消防水箱应符合 GB 50974 的规定，采用浸锌钢板、不锈钢板等建造。配备液位监测装置。消防水系统应具备远程启动功能。

5.7.4 安全标识

5.7.4.1 橇装回收站入口设置进装置须知、安全告知、应急疏散路线图、安全警示标志和报警电话号码，并在生产场所、设施、设备上，设置安全警示标志。安全标识应符合 GB 2894 的规定。

5.7.4.2 橇装回收站应有明显可见的风向标或风向袋。

5.8 道路设计

5.8.1 橇装回收站场内工艺装置区、充装区宜设置环形消防车道；受地形等条件限制时，应设有回车场的尽头式消防车道，消防车道应满足消防车回转要求。

5.8.2 橇装回收站场内道路坡度宜小于 8%，道路宽度宜大于 4.5 m，转弯半径不宜小于 9 m 应满足车辆通行要求。

6 施工、试运行及验收

6.1 施工

6.1.1 橇装回收站地面工程建设应按照 GB 42294 规定执行。

6.1.2 施工单位应根据工程类型、环境地质条件和工程实际编制施工方案并报审。

6.1.3 施工应根据环境条件进行安全分析、危险源辨识和风险评价并制定相应的预防和控制措施。

6.1.4 施工现场规划、设计应根据场地情况、人员数量、功能需求、工程所在地气候特点和地方管理要求等各项条件，采取满足施工生产、安全防护、消防、卫生防疫、环境保护、防范自然灾害和规范化管理等要求的措施。

6.1.5 施工现场应在主要施工部位、作业层面、危险区域以及主要通道口设置安全警示标识。

6.1.6 施工现场应根据安全事故类型采取防护措施。对存在的安全问题和隐患，应定人、定时间、定措施组织整改。

6.1.7 施工前应开展设计、安全、技术交底。

6.1.8 施工单位应为施工人员配备基本的个人保护设备，对于特殊作业应配备专门的特殊个人保护设备。

6.1.9 配电系统和电气设备应装漏电保护装置，并由专业人员进行安装和检查。

6.1.10 新安装承压设备、工艺管道完成强度和气密性试验，并按 GB 50235、GB 50184 验收合格。工艺、设备、仪表、电气系统均调试合格，并完好备用。

6.1.11 应依次开展吹扫、试压、干燥、置换等作业，作业过程应符合 SY/T 5225 的规定。

6.1.12 橇装回收站试运行前建设单位组织开展建设项目完工交接。

6.2 试运行

6.2.1 试运行应建立组织机构、编制试运行方案和应急预案。

6.2.2 试运行前应按照设计文件和施工验收规范对工艺设备、自动化、供配电、通信、安全等系统及其他辅助工程进行投产条件检查。

6.2.3 试运行期间，应进行巡回检查，并进行数据采集、记录。

6.2.4 试运行后，应结合试运行方案及运行情况修订、完善操作规程和应急预案。

6.3 验收

6.3.1 安全设施竣工或试运行完成后，建设单位应委托具有陆地石油和天然气开采业评价资质的安全评价机构对安全设施进行验收评价，并组织设计、施工、监理等单位进行验收。

6.3.2 橇装回收站竣工投入生产前，应组织安全设施竣工验收，并对验收发现的问题进行整改。安全设施竣工验收合格后，方可投入生产和使用。

7 运行与维护

7.1 生产运行

7.1.1 运行的橇装回收站应设置站长、安全生产管理、特种设备管理、操作等岗位，各岗位人员数量应满足生产运行需要。

7.1.2 生产运行单位主要负责人、安全生产管理人员应取得安全管理资格证书。特种作业人员应取得特种作业资格证书。特种设备管理及作业人员应取得从事相应特种设备安全管理和作业能力与资格的证书。

7.1.3 生产过程应按操作规程进行操作，不应有超温、超压、超转速等现象。

7.1.4 应对以下重点部位加强安全检查，包括但不限于以下要求。

- a) 安全联锁保护装置应完好、可靠。
- b) 安全设施应在校验有效期内。
- c) 压缩机事故通风应完好。
- d) 消防、火灾报警设施和可燃气体检测报警系统应完好。
- e) 防雷、防静电接地装置应连接牢固，无断裂、松动、锈蚀现象。

7.2 维护与检修

7.2.1 橇装回收站运行单位应建立设备档案，对设备进行维护、保养，并定期进行检测。

7.2.2 检修前应制定检修方案并按程序审批。检修方案包括装置停运的置换方案、能量隔离和应急措施。

7.2.3 易燃易爆区域应使用防爆工具。

7.2.4 生产运行单位应对检维修工作质量组织验收，单台设备或单元检修质量验收合格后方可交付使用。

7.2.5 检修结束后，检修单位应及时对检修现场进行清理。

7.2.6 维护、保养、检修应做好记录，并专门存档、保管。

7.3 检验检测

7.3.1 压力容器、压力管道等特种设备应委托有专业资质的检验机构进行检测、检验。

7.3.2 安全阀应至少每年进行一次校验。压力、流量、温度、液位等检测仪表可按相关规定进行检测或校准。

7.3.3 防雷、防静电设施应至少每年进行两次检测（其中在雷雨季节前检测一次）。

7.3.4 可燃/有毒有害气体检测报警器应至少每年进行一次检定。

7.3.5 绝缘靴、绝缘手套等电气防护器具应按其规定的校验周期进行校验。

7.3.6 汽车电子衡应至少每年进行一次检定。

7.3.7 加气柱计量装置应至少每半年进行一次检定。

7.3.8 装卸用管应至少每年进行一次耐压试验。试验压力为装卸用管公称压力的 1.5 倍，试验结果要有记录和试验人员签字。

7.3.9 火灾报警控制系统应至少每年进行一次性能测试。

7.3.10 防爆电气的定期检测应按 AQ 3009 执行。

7.3.11 对复用的橇装装置，应开展检测检验及评估，合格后方可使用。

8 充装要求

8.1 充装前应当查验以下事项。

- a) 车辆是否具有有效行驶证和营运证。
- b) 驾驶人、押运人员是否具有有效资质证件。
- c) 运输车辆、罐体是否在检验合格有效期内。
- d) 所充装的液化天然气（或压缩天然气）是否与危险货物运单载明的事项相一致。
- e) 所充装的液化天然气（或压缩天然气）是否在充装车辆罐体的适装介质列表范围内。
- f) 不符合要求的，不得进行充装。

8.2 罐车（或气瓶车）到达充装点位熄火驻车后，在车轮处放置防滑块和充装警示牌，将静电接地线与罐体可靠连接，消除静电。拖挂运输罐车充装过程中不允许解列。

8.3 充装时押运员、驾驶员必须下车，场外等候，专人负责充装。充装操作人员应熟悉充装介质的危害性，在作业前应配备必要的防护用具和用品，穿戴防静电并且阻燃的工作服和防静电鞋，严格按照安全操作规程进行充装。

8.4 充装过程中，安全管理人员应当进行巡回检查。液化天然气充装量不得超过核准的最大允许充装量，压缩天然气充装压力不得超过核准的最大允许充装压力，严禁超装、错装。

8.5 充装结束后全面检查充装车辆、阀门及连接管道，确认无泄漏和异常情况，并完全断开连接后方可允许车辆离开。

8.6 充装前后应填写安全检验记录和充装记录。

8.7 当遇有雷击天气、附近有明火、移动式压力容器或安全附件有异常等其他不安全因素时，不应进行充装操作。

8.8 罐车（或气瓶车）罐体应张贴安全标签，随车发放安全技术说明书。

8.9 充装区域严禁携带和使用非防爆设备，以及存在潜在危险的电器和设备。

9 拆除及搬迁

9.1 橇装回收站停用后，应进行安全风险分析，制定相应的对策措施，进行物料清理、能量隔离，达到安全状态。拆除前，应对作业过程进行危险识别，制定作业方案及安全应急措施。

9.2 设备停用搬迁时应进行充氮置换、端面保护、维护保养。

10 安全管理

10.1 风险管理

10.1.1 橇装回收站应建立、实施、保持和持续改进与生产经营相适应的安全生产管理体系，对所有的作业活动和设备设施、生产运行实施风险管理。

10.1.2 应开展危险因素辨识、风险评估、制定风险控制措施，进行分级管控。

10.1.3 对关键作业活动，建立风险控制程序或制度。

10.1.4 应每年至少开展一次危害因素辨识，同时组织开展安全环保事故隐患排查，在生产作业前进行动态危害因素辨识。

10.2 作业许可

应制定作业许可管理制度，明确作业许可范围，实行分级管理。作业条件发生变化应重新办理许可。

10.3 应急管理

10.3.1 橇装回收站应建立应急组织机构，配备专职或兼职应急救援人员。

10.3.2 充装区域等作业场所应配备正压式空气呼吸器、便携式可燃气体报警仪等应急救援物资和器材，液化天然气橇装回收站的装置区、充装区还应配备防冻服、防冻手套、防喷溅面罩等低温应急救援物资和器材。

10.3.3 应急预案的编制应符合 GB/T 29639 的规定，应急预案应按规定评审、批准实施和备案。当涉及多个单位联合作业时，应急预案应协调一致，做到资源共享、应急联动。

10.3.4 应组织员工开展应急培训，熟悉相应岗位应急要求和处置措施；定期组织应急演练及效果评估，并根据实际情况对应急预案进行修订。

10.3.5 当发生事故或出现可能引发事故的险情时，应按应急预案的规定实施应急响应，防止事态扩大，控制衍生事故发生，避免人员伤亡和减少财产损失。

10.4 职业健康和劳动保护

10.4.1 应组织员工开展职业健康与劳动保护培训。

10.4.2 对有害作业场所进行划分和监测；对接触职业病危害因素的员工应定期体检，建立职业健康监护档案。

10.4.3 应建立员工个人防护用品、防护用具的管理和使用制度。劳动防护用品配备应符合 GB 39800.2 的规定。含硫化氢站场应按 SY/T 6277 配置个人防护用品。根据作业现场职业危害情况为员工配发个人防护用品以及提供防护用具，员工应正确穿戴及使用个人防护用品和防护用具。

参 考 文 献

- [1] GB/T 22724 液化天然气设备与安装 陆上装置设计
 - [2] GB 50016 建筑设计防火规范
 - [2] TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程
 - [3] TSG 08 特种设备使用管理规则
 - [4] 《危险货物道路运输安全管理办法》（2019年第29号令）
 - [5] 《关于印发石油天然气开采安全重点检查事项清单的通知》（应急危化二〔2023〕3号）
 - [6] 《应急管理部办公厅关于石油天然气开采安全监管有关问题的复函》（应急厅函〔2023〕96号）
 - [7] 《四川省应急管理厅关于加强石油天然气开采安全监管的通知》（川应急函〔2024〕251号）
-