

团 体 标 准

T/00 CPASE PT XXX—2020

LNG 接收站基于风险的检验细则

Guideline for Risk Based Inspection of LNG Terminal

(征求意见稿)

20 xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施



中国特种设备安全与节能促进会 发布

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语、定义和符号.....	1
4 缩略语.....	1
5 总则	1
6 通用流程.....	2
7 损伤模式分布.....	2
8 基于风险的检验细则.....	4
9 检验类型、检验范围及选择原则.....	7
附录 A.....	9
附录 B.....	12

前 言

本标准按照 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》制定的规则起草。

本标准由中国特种设备安全与节能促进会（CPASE）提出并归口。

本标准主要起草单位：×××。

本标准主要起草人员：×××。

参加本标准起草工作的人员还有：×××。

本标准首次发布。

LNG 接收站基于风险的检验细则

1 范围

- 1.1 本标准给出了 LNG 接收站基于风险的检验（RBI）实施细则。
- 1.2 本标准适用于 LNG 接收站中实施了 RBI 项目的压力容器和压力管道。
- 1.3 本标准不适用于安全阀，安全阀校验策略见 GB/T 26610.2。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 26610.1 承压设备系统基于风险的检验实施导则	第 1 部分：基本要求和实施程序
GB/T 26610.2 承压设备系统基于风险的检验实施导则	第 2 部分：基于风险的检验策略
GB/T 26610.4 承压设备系统基于风险的检验实施导则	第 4 部分：失效可能性定量分析方法
GB/T 26610.5 承压设备系统基于风险的检验实施导则	第 5 部分：失效后果定量分析方法
GB/T 30579 承压设备损伤模式识别	

3 术语、定义和符号

GB/T 26610.1、GB/T 26610.2、GB/T 26610.4、GB/T 26610.5 和 GB/T 30579 所规定的术语、定义和符号适用于本标准。

4 缩略语

下列缩略语适用于本标准

LNG	液化天然气 (Liquefied Natural Gas)
NG	天然气 (Natural Gas)
BOG	蒸发气 (Boil Off Gas)
ORV	开架式气化器 (Open Rack Vaporizers)
SCV	浸没燃烧式气化器 (Submerged Combustion Vaporizer)
IFV	中介介质气化器 (Intermediate Fluid Vaporizer)
E-1	中间丙烷气化器 (Intermediate Propane Vaporizer)
E-2	液化天然气气化器 (LNG Vaporizer)
E-3	天然气调温加热器 (NG Trim Heater)

5 总则

5.1 本标准是在 GB/T 26610 和 GB/T 30579 的基础上，针对 LNG 接收站的工艺、设备特点制定的检验细则。本标准并不能替代风险评估工作，而是 GB/T 26610.2 针对具体装置的应用。

5.2 本标准在按 LNG 接收站工艺流程确定压力容器和压力管道潜在损伤模式的基础上，给出了关键设备及其特殊部位针对性的检验方法，其余设备基于损伤模式的检验方法按 GB/T 26610.2 确定。

5.3 本标准所述 LNG 接收站压力容器和压力管道的损伤模式，根据其常用材料、典型工艺条件确定，是可能发生的潜在损伤，具体的损伤模式应根据实际情况进行调整。为了让使用者能够区分主次，本标准基于损伤模式分析和实际使用经验，按照损伤模式发生的严重程度和频次，将损伤模式进一步分为主要损伤模式和次要损伤模式。

5.4 本标准中压力容器和压力管道潜在的损伤模式是在正常工况下给出的，非正常工况或其他特殊工况下（如超负荷、低负荷、原料成分变化、超设计）的损伤模式及基于风险的检验细则按实际情况确定。

5.5 检验过程中发现的损伤模式，检验人员应根据检验范围和损伤程度决定是否需要扩检，是否需要拆除覆盖层进行复检、确认。检验过程中发现的缺陷，按相关标准规范进行处理。

5.6 使用本标准时，可以直接由第 8 章找出对应的设备，对于第 8 章没有提到的设备，可以根据设备所处流程位置，在第 7 章中找出其损伤模式及部位，然后按照 GB/T 26610.2 或 GB/T 30579 选择基于损伤模式的检验方法。

5.7 本标准并不等同于检验方案，实际检验方案要根据具体情况制定，LNG 接收站基于损伤模式的检验内容按照本标准制定，以本标准规定的主要损伤模式为重点，兼顾次要损伤模式。对于本标准没有覆盖的检验内容，如基础、支撑结构、接地、接管及补强、表面状况、法兰接头、阀门等，参照《固定式压力容器安全技术监察规程》和《压力管道定期检验规则-工业管道》规定进行。

5.8 LNG 接收站 RBI 项目除应符合本标准的要求外，还应遵守我国相关特种设备安全技术规范的规定。

6 通用流程

6.1 损伤模式确定

按本标准及 GB/T 30579 确定损伤模式。

6.2 风险分析计算

根据 6.1 确定的损伤模式，分别按照 GB/T 26610.4 和 GB/T 26610.5 的规定对 LNG 接收站压力容器和压力管道进行失效可能性和失效后果等级的定量分析计算，按照 GB/T 26610.1 的规定确定压力容器和压力管道的风险。

6.3 制定检验细则

根据 6.2 风险分析计算结果，按照 GB/T 26610.2 确定 LNG 接收站压力容器和压力管道的检验时间（或基于检验时间确定的检验范围）、检验类型，结合 GB/T 26610.2 和本标准的要求确定检验方法和检验部位，依据具体风险评估报告确定检验比例。

LNG 接收站中压力容器、压力管道的定期检验可以在系统不停机的条件下进行。检验项目应包括资料审查、宏观检验、壁厚测定和安全附件检验。必要时还应进行表面无损检测、埋藏缺陷检测、材料分析、强度校核、耐压试验等检验项目。

7 损伤模式分布

7.1 LNG 装卸工段

- a) LNG 卸船管线：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）；
- b) BOG 返回管线：大气腐蚀（有隔热层）；
- c) 码头保冷循环管线：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）；
- d) 码头排液罐：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）。

7.2 LNG 存储工段

- a) 与低压泵相连接管线：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）、振动疲劳；
- b) BOG 管线、放空管线、排放/溢流管线：大气腐蚀（有隔热层）。

7.3 BOG 处理工段

7.3.1 再冷凝器单元

- a) 再冷凝器：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）；
- b) 低压 LNG 管线：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）；
- c) BOG 管线：大气腐蚀（有隔热层）；
- d) 外输总管 BOG 返回线：大气腐蚀（无隔热层）。

7.3.2 BOG 低压压缩机单元

- a) 低压排放罐：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）；
- b) BOG 压缩机入口分液罐：大气腐蚀（有隔热层）；
- c) BOG 压缩机缓冲罐：大气腐蚀（有隔热层）；
- d) 低压 LNG 管线：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）；
- e) BOG 管线：大气腐蚀（有隔热层）；
- f) 与压缩机相连接管线：大气腐蚀（有隔热层）、振动疲劳。

7.4 LNG 加压气化工段

7.4.1 高压输送泵单元

- a) LNG 管线：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）、振动疲劳；
- b) BOG 去再冷凝器管线：大气腐蚀（有隔热层）、振动疲劳；
- c) BOG 去放空、火炬管线：大气腐蚀（有隔热层）；
- d) 高压输送泵泵筒：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）、振动疲劳。

7.4.2 IFV 单元

- a) 与 E-3 壳程相连接管线：大气腐蚀（无隔热层）、振动疲劳；
- b) 高压天然气外输管线：大气腐蚀（无隔热层）；
- c) 高压 LNG 进料管线：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）；
- d) E-2 至 E-3 管线：热冲击、大气腐蚀（有隔热层）、冲刷、振动疲劳、汽蚀；
- e) 气态丙烷线：大气腐蚀（无隔热层）；
- f) 液态丙烷线：冲刷、大气腐蚀（无隔热层）
- g) IFV 气化器：汽蚀、大气腐蚀（有隔热层）、大气腐蚀（无隔热层）、冲刷、振动疲劳、冷却

水腐蚀、微生物腐蚀；

h) BOG 去放空、火炬管线：大气腐蚀（有隔热层）。

7.4.3 ORV 单元

a) 高压 LNG 进料管线：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）；

b) 高压天然气外输管线：大气腐蚀（无隔热层）；

c) BOG 去放空、火炬管线：大气腐蚀（有隔热层）；

d) ORV 气化器：冲刷、汽蚀、涂层失效、微生物腐蚀、冷却水腐蚀。

7.4.4 SCV 单元

a) 高压 LNG 进料管线：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）；

b) 高压天然气外输管线、燃料气管线：大气腐蚀（无隔热层）；

c) BOG 去放空、火炬管线：大气腐蚀（有隔热层）；

d) 电加热器：大气腐蚀（无隔热层）；

e) SCV 气化器：冲刷、汽蚀、冷却水腐蚀。

7.5 高压天然气输送工段

a) BOG 去压缩机管线：大气腐蚀（有隔热层）、振动疲劳；

b) 高压天然气外输管线、燃料气管线：大气腐蚀（无隔热层）、振动疲劳；

c) 缓冲罐：大气腐蚀（无隔热层）；

7.6 NG 计量及外输工段

NG 管线：大气腐蚀（无隔热层）；

7.7 LNG 装车/船工段

a) BOG 去放空、火炬管线：大气腐蚀（有隔热层）；

b) 低压 LNG 管线、LNG 排放、溢流管线：冲刷、大气腐蚀（有隔热层）；

7.8 火炬工段

a) BOG 管线：大气腐蚀（有隔热层）；

b) 燃料气管线：大气腐蚀（无隔热层）；

c) 火炬分液罐：大气腐蚀（有隔热层）；

7.9 LNG 接收站工艺流程及损伤模式流程分布

LNG 接收站工艺流程参见附录 A，LNG 接收站损伤模式流程分布图参见附录 B。

8 基于风险的检验细则

LNG 接收站压力容器和压力管道推荐的检验时间（或基于检验时间确定的检验范围）、检验类型及选择原则和检验方法等依据第 9 章确定，LNG 接收站典型设备基于损伤模式的推荐检验方法和检验部位见表 1~表 8。

表 1 卸料总管推荐的检验方法

序号	常用材料	主要损伤模式	次要损伤模式	失效部位	检验方法				备注
					停机外部检验		在线检验		
1	S30403	-	冲刷	内表面	主要损伤模式	次要损伤模式	主要损伤模式	次要损伤模式	在线红外热成像检测温度异常部位
					-	-	脉冲涡流或瞬变电磁检测	-	

表 2 BOG 总管推荐的检验方法

序号	常用材料	主要损伤模式	次要损伤模式	失效部位	检验方法				备注
					停机外部检验		在线检验		
1	S31603 S30403	-	大气腐蚀（有隔热层）	外表面	主要损伤模式	次要损伤模式	主要损伤模式	次要损伤模式	在线红外热成像检测温度异常部位
					-	-	脉冲涡流或瞬变电磁检测	X射线数字成像检测	

表 3 高压天然气外输管线推荐的检验方法

序号	常用材料	主要损伤模式	次要损伤模式	失效部位	检验方法				备注
					停机外部检验		在线检验		
1	20 S31603 A333Gr6	大气腐蚀（无隔热层）	振动疲劳	外表面	主要损伤模式	次要损伤模式	主要损伤模式	次要损伤模式	重点关注气化器出口部位
					目视检测和纵波超声检测	表面无损检测	电磁超声或脉冲涡流检测或超声导波	横波超声检测或表面无损检测	

表 4 BOG 压缩机出入口管线推荐的检验方法

序号	常用材料	主要损伤模式	次要损伤模式	失效部位	检验方法				备注
					停机外部检验		在线检验		
1	S31603 S30403	大气腐蚀（有隔热层）	振动疲劳	外表面	主要损伤模式	次要损伤模式	主要损伤模式	次要损伤模式	在线红外热成像检测温度异常部位
					目视检测和纵波超声检测	表面无损检测	脉冲涡流或瞬变电磁检测	X射线数字成像检测	

表 5 高压输送泵出入口管线推荐的检验方法

序号	常用材料	主要损伤模式	次要损伤模式	失效部位	检验方法		备注
					停机外部检验	在线检验	

1	S30403	大气腐蚀（有隔热层）、冲刷	振动疲劳	外表面	主要损伤模式	次要损伤模式	主要损伤模式	次要损伤模式	在线红外热成像检测温度异常部位
					目视检测和纵波超声检测	表面无损检测	脉冲涡流或瞬变电磁检测	X射线数字成像检测	

表 6 再冷凝器推荐的检验方法

序号	常用材料	主要损伤模式	次要损伤模式	失效部位	检验方法			备注
					停机内部检验	停机外部检验	在线检验	
1	S30403	冲刷	大气腐蚀（有隔热层）	内表面	目视检测或纵波超声检测	纵波超声检测或超声导波	脉冲涡流或瞬变电磁检测	在线红外热成像检测温度异常部位

表 7 IFV 气化器推荐的检验方法

序号	名称	常用材料	主要损伤模式	次要损伤模式	失效部位	检验方法			备注
						停机内部检验	停机外部检验	在线检验	
1	E-1 壳程	Q245R S30408 16MnDR	汽蚀	大气腐蚀（有隔热层）	顶部内外表面	目视检测或纵波超声检测	纵波超声检测	脉冲涡流或瞬变电磁检测	重点是壳程顶部内外表面
	E-1 管程	Q245R 16MnDR	冲刷、冷却水腐蚀	微生物腐蚀	筒体	目视检测或纵波超声检测	纵波超声检测	纵波超声检测	-
	E-1 管束	TA2	内外腐蚀	-	管束	必要时目视检测和涡流检测	-	通过工艺监控控制	-
2	E-2 壳程	Q245R S30408 16MnDR	汽蚀	大气腐蚀（有隔热层）	顶部内外表面	目视检测或纵波超声检测	纵波超声检测或超声导波	脉冲涡流或瞬变电磁检测	重点是壳程顶部内外表面
	E-2	S30408	冲刷	大气腐蚀	内表	目视检	纵波超	脉冲涡	-

	管程			(有隔热层)	面	测或纵波超声检测	声检测或超声导波	流或瞬变电磁检测	
	E-2管束	S30408	内外腐蚀	管束振动	管束内外表面	必要时目视检测和涡流检测	-	通过工艺监控控制	-
3	E-3壳程	S30408	大气腐蚀(无隔热层)	-	外表面	目视检测或纵波超声检测	目视检测或纵波超声检测	目视检测或电磁超声检测	-
	E-3管程	Q245R Q345R	冲刷、冷却水腐蚀	微生物腐蚀、大气腐蚀(无隔热层)	筒体	目视检测或纵波超声检测	目视检测或纵波超声检测	纵波超声检测或电磁超声检测	-
	E-3管束	TA2	内外腐蚀	-	管束	必要时目视检测和涡流检测	-	通过工艺监控控制	-

表 8 ORV 气化器推荐的检验方法

序号	常用材料	主要损伤模式	次要损伤模式	失效部位	检验方法		备注
					停机内部检验	停机外部检验	
1	5083	汽蚀、涂层失效	微生物腐蚀、冷却水腐蚀	LNG 集管及距 LNG 集管一定范围内的翅片管	-	目视检测和纵波超声检测	重点是外部涂层的检查,必要时用涡流式膜厚计对涂层进行检测

9 检验类型、检验范围及选择原则

9.1 检验类型

9.1.1 容器的检验类型

- a) 停机内部检验;
- b) 停机外部检验;
- c) 在线检验;

9.1.2 管道的检验类型

- a) 停机外部检验；
- b) 在线检验；

9.2 检验类型的选择原则

9.2.1 容器检验类型的选择原则

- a) 首次检验：具备条件时应进行停机内部检验，否则进行停机外部检验或在线检验。
- b) 非首次检验：具备条件时优先选择停机内部检验，否则进行停机外部检验或在线检验。

9.2.2 管道检验类型的选择原则

可以进行在线检验，必要时选择停机外部检验。

9.3 检验范围

9.3.1 容器的检验范围表 9 容器的检验范围

本次停机检修时间点的风险等级	检验范围	
	一般保守程度	较高保守程度
高风险	100%	100%
中高风险	≥60%	≥75%
中风险	≥40%	≥50%
低风险	≥20%	≥25%

9.3.2 管道的检验范围

表 10 管道的检验范围

本次停机检修时间点的风险等级	检验范围	
	一般保守程度	较高保守程度
高风险	100%	100%
中高风险	≥50%	≥60%
中风险	≥30%	≥40%
低风险	≥10%	≥20%

9.3.3 首次检验时，检验按较高保守程度确定检验范围。

9.3.4 确定检验范围时，应确保覆盖所有腐蚀回路；对于压力管道的检验，可以将 LNG 接收站内所有压力管道按腐蚀回路归类，然后确定每条腐蚀回路范围内应抽检管道数量，并优先抽检失效可能性大于或等于 3 的管道单元或使用单位、检验人员认为有必要的检验的管道单元。

9.3.5 检验过程中发现有影响安全运行的或需要进行停机复检的设备单元，应进行停机检验。

附录 A
(资料性附录)
LNG 接收站工艺流程简介

A.1 概述

LNG 接收站是指对船运 LNG 进行接收、储存然后进行外输的装置。其主要功能是 LNG 接收和储存、蒸发气处理、LNG 增压、LNG 气化、天然气输出以及 LNG 的槽车或槽船输出。LNG 接收站既是远洋运输液化天然气的终端，又是陆上天然气供应的气源，处于液化天然气产业链中的关键部位。

A.2 基本原理

A.2.1 再冷凝原理

再冷凝工艺是将蒸发气压缩到某一中间压力，然后与低压输送泵从储罐送出的 LNG 在再冷凝器中混合。由于 LNG 加压后处于过冷状态，可以使 BOG 冷凝下来，冷凝后的 LNG 经高压输出泵加压气化后外输。再冷凝工艺不需要将 BOG 压缩到外输压力，而是压缩到一个较低的压力，然后利用 LNG 的冷量将 BOG 冷凝，从而减少了 BOG 压缩功的消耗，节省能量。在接收站的生产运行过程中，再冷凝器具有 BOG 冷凝回收和高压泵入口缓冲罐的双重功能。

A.2.2 ORV 气化原理

ORV 主要用于高压泵输出的 LNG 气化。在 ORV 气化器中，LNG 从下部总管进入（下分配器），然后沿着呈幕状结构的 LNG 翅片管上升，与海水换热后成常温气体输出，海水从上部进入，经上分配器分配后成薄膜状均匀沿幕状 LNG 翅片管下降，使管内 LNG 受热气化。ORV 为逆流式热交换，即 LNG 由底部沿翅片管向上流动，海水在翅片管的外部从上向下流动。

A.2.3 IFV 气化原理

IFV 由三个管壳式换热器组成：E-1 段为固定管板式中间丙烷气化器，E-2 段为 U 型管壳式液化天然气气化器，E-3 段为固定管板式天然气调温加热器。IFV 工作时主要是利用海水加热丙烷，使丙烷气化；气化后的丙烷与低温 LNG 进行换热，丙烷被冷凝的同时 LNG 吸收热量气化为 NG；NG 再与海水进行换热并进一步被加热到 0℃ 以上外输。

A.3 工艺流程

A.3.1 典型工艺流程概述

按照工艺流程，LNG 接收站主要由 LNG 接卸工段、LNG 存储工段、BOG 处理工段、LNG 加压气化工段、NG 计量及外输工段和 LNG 装车/船工段组成，以典型的再冷凝工艺 LNG 接收站为例进行阐述。

A.3.2 LNG 接卸工段

LNG 运输船到达卸船码头后，LNG 通过运输船上的输送泵，经 LNG 卸料臂，通过 LNG 总管输送到 LNG 储罐中。

在非卸船期间，用来自低压输出总管的 LNG 通过码头循环管线对码头卸料管线和储罐进料管线

进行保冷。冷循环的 LNG 大部分返回到去再冷凝器的 LNG 低压输出总管，其余返回到各 LNG 储罐。

A. 3. 2 LNG 存储工段

每座 LNG 储罐设有 2 根进料管，既可以从顶部进料，也可以从底部进料。当运输船内 LNG 密度大于储罐内 LNG 密度时，采用从顶部进料；当运输船内 LNG 密度小于储罐内 LNG 密度时，采用从底部进料。

LNG 储罐内的低压泵将 LNG 升压后输送到低压 LNG 总管，通过与低压 LNG 总管相连的管道分别输送到再冷凝器和高压泵入口低压 LNG 总管，经高压泵加压后输送到气化器加热、气化并外输；通过与低压 LNG 总管相连的管道输送到槽车装车撬，再充装到 LNG 槽车并外输。

接收站在无高压气化外输时，低压 LNG 流经再冷凝器并进入高压泵入口低压 LNG 总管，通过跨线连接到高压 LNG 总管，再经过零输出循环管线连接到高压 LNG 排放总管，并返回储罐，从而保持高压泵入口 LNG 低压总管、高压泵出口 LNG 高压总管、高压 LNG 排放总管处于冷态。

接收站在无槽车装车外输时，低压 LNG 从 LNG 槽车总管流向撬外跨接管和撬内 LNG 排放管，并通过 LNG 排放管返回储罐，以保持槽车总管和槽车装车撬处于冷态。

A. 3. 3 BOG 回收处理工段

LNG 卸船时产生的大量 BOG，一部分通过气体返回臂返送回运输船的船舱，以维持船舱系统的压力平衡，另一部分通过 BOG 压缩机压缩到一定压力后送再冷凝器进行冷凝。

BOG 与 LNG 在再冷凝器上部的填料层中以对流方式进行直接接触并充分换热，过冷的 LNG 液体将 BOG 完全冷凝，从再冷凝器底部流出并进入低压 LNG 总管。

A. 3. 4 LNG 加压气化工段

A. 3. 4. 1 IFV 气化

来自高压泵输出的 LNG 被引入到 E-2 的管程侧，LNG 在 E-1 壳程中被丙烷气化。在 E-2 换热管的外表面，丙烷蒸气被冷凝；随后，经过冷凝的（液态）丙烷滴落到 E-1 壳程的底部。经过气化的 LNG（即 NG）通过位于 E-2 和 E-3 之间互相连接的管道系统，NG 进入到 E-3 壳程中，再次进行加热，然后通过天然气总管外输。

A. 3. 4. 2 ORV 气化

来自高压泵输出的 LNG 从下部总管进入（下分配器），然后沿着呈幕状结构的 LNG 翅片管上升，与海水换热后成为常温 NG，然后通过天然气总管外输，海水从上部进入，经上分配器分配后成薄膜状均匀沿幕状 LNG 翅片管下降，使管内 LNG 受热气化。

A. 3. 4. 3 SCV 气化

来自燃料气电加热器的燃料气与鼓风机抽送的空气按一定比例在燃烧室内燃烧，燃烧产生的烟道气通过下气管，与 SCV 中的水浴充分搅动增强换热；同时，来自高压泵输出的 LNG 进入 SCV 后被

加热气化为天然气，然后通过天然气总管外输。

A. 3. 5 NG 计量及外输工段

来自气化器的 NG 通过检测、计量后通过天然气输送干线输往下游天然气用户。

A. 3. 6 LNG 装车/船工段

来自低压输出泵的 LNG 进入槽车输送总管，然后通过槽车装车臂进行装车，装车过程中产生的蒸发气经气相返回臂进入放空总管返回至 LNG 储罐。

附录 B
(资料性附录)
LNG 接收站损伤模式流程分布

LNG 接收站损伤模式流程分布如图 B. 1~图 B. 12

表 B. 1 给出了损伤模式的索引，同时一并给出了与 GB/T 26610.1-2011 附录 A 内容的对应关系，以及本标准附录 B 中的对应编号。

表 B. 1 损伤模式索引

序号	损伤	GB/T 26610.1-2011 附录 A 的对应内容		本标准附录 B 的对应编号
1	大气腐蚀(有隔热层)	表 A. 1	保温层下腐蚀(CUI)	④6
2	冷却水腐蚀	表 A. 1	冷却水腐蚀	④9
3	微生物腐蚀	表 A. 1	微生物引起的腐蚀	⑤1
4	冲刷	无此项	无此项	⑥6
5	振动疲劳	表 A. 4	振动引起的疲劳	①A
6	大气腐蚀(无隔热层)	表 A. 1	大气腐蚀	①B
7	汽蚀	表 A. 4	汽蚀	①C
8	涂层失效	无此项	无此项	①D

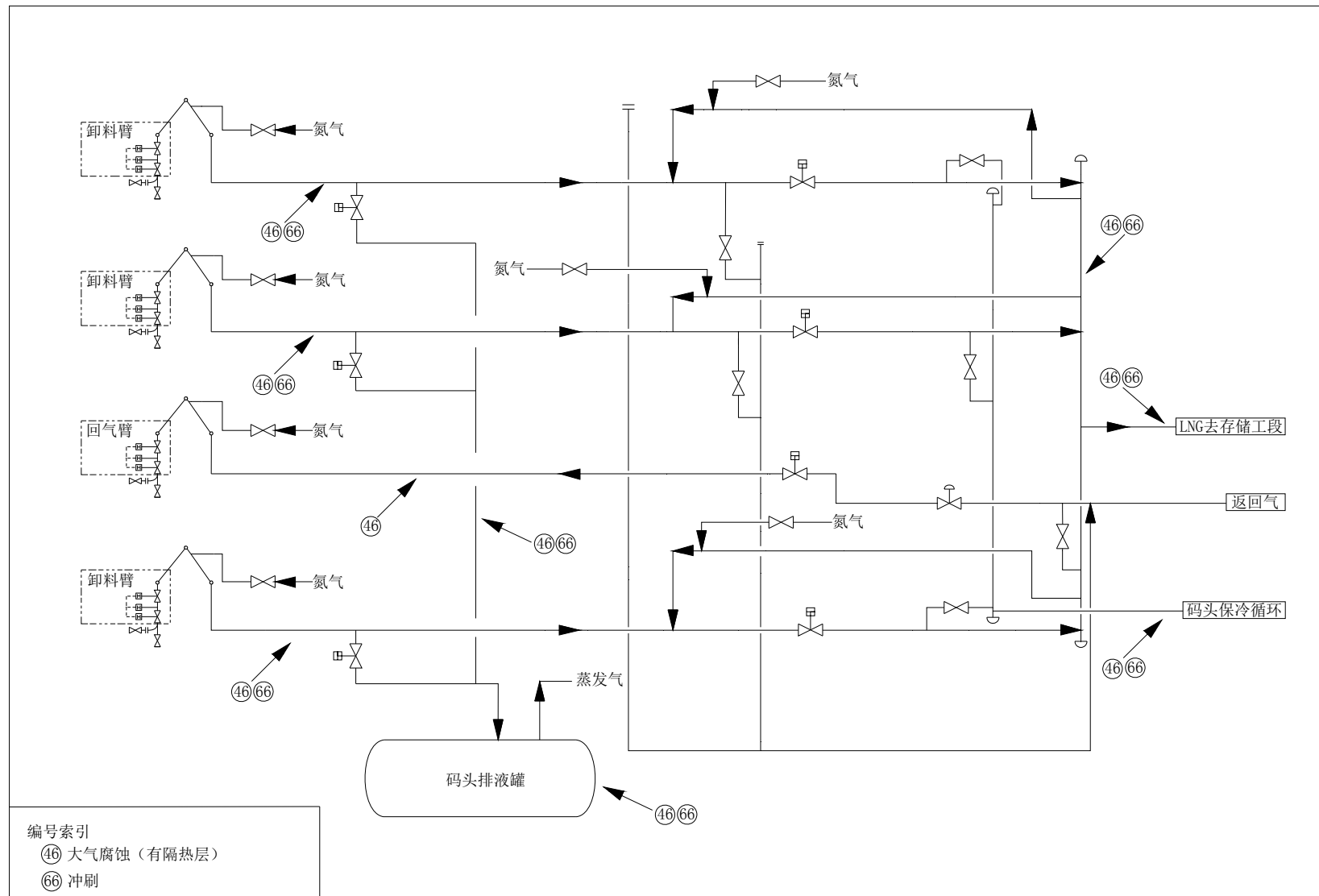


图 B.1 LNG 接收站 (LNG 接卸工段)

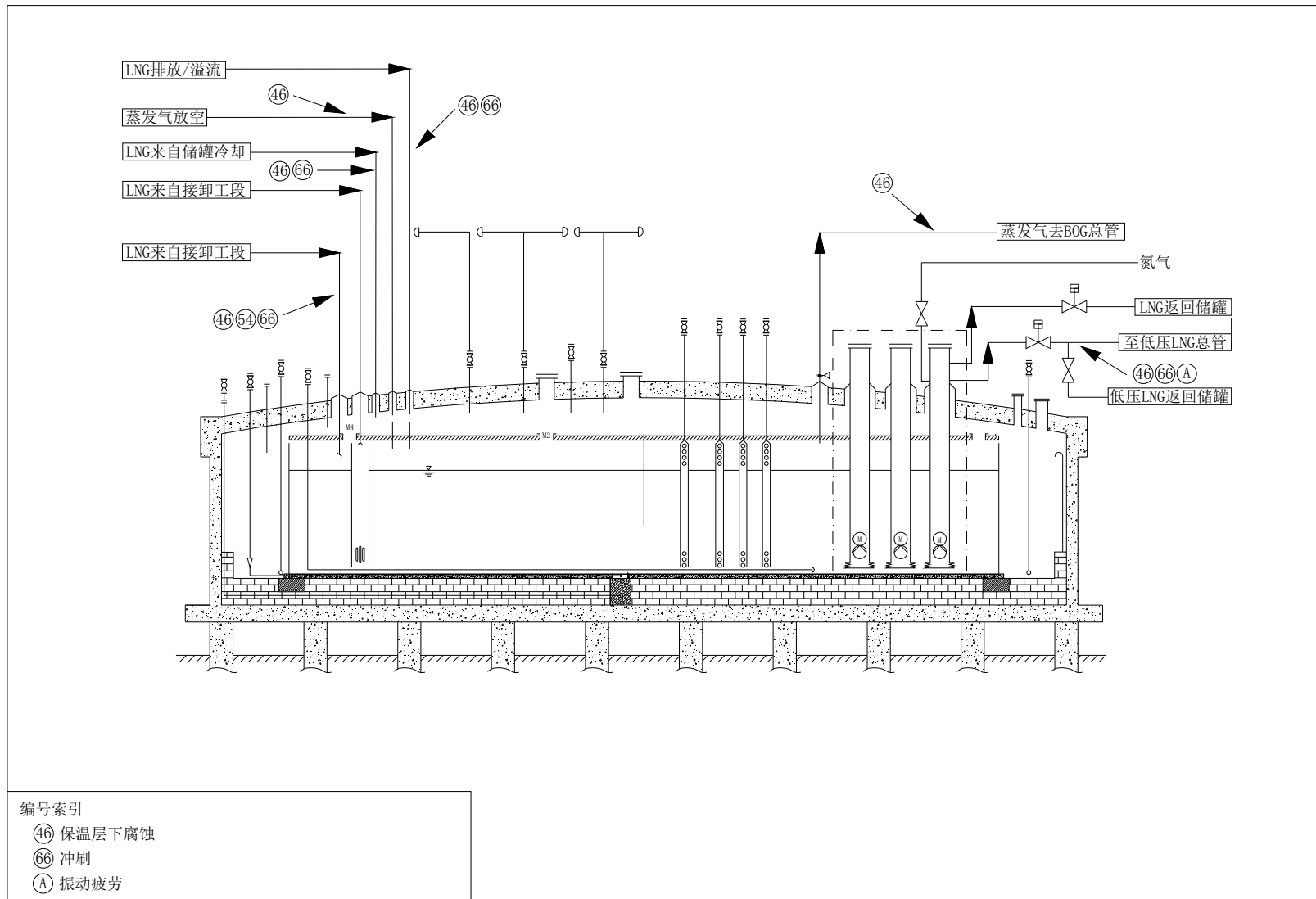


图 B.2 LNG 接收站 (LNG 存储工段)

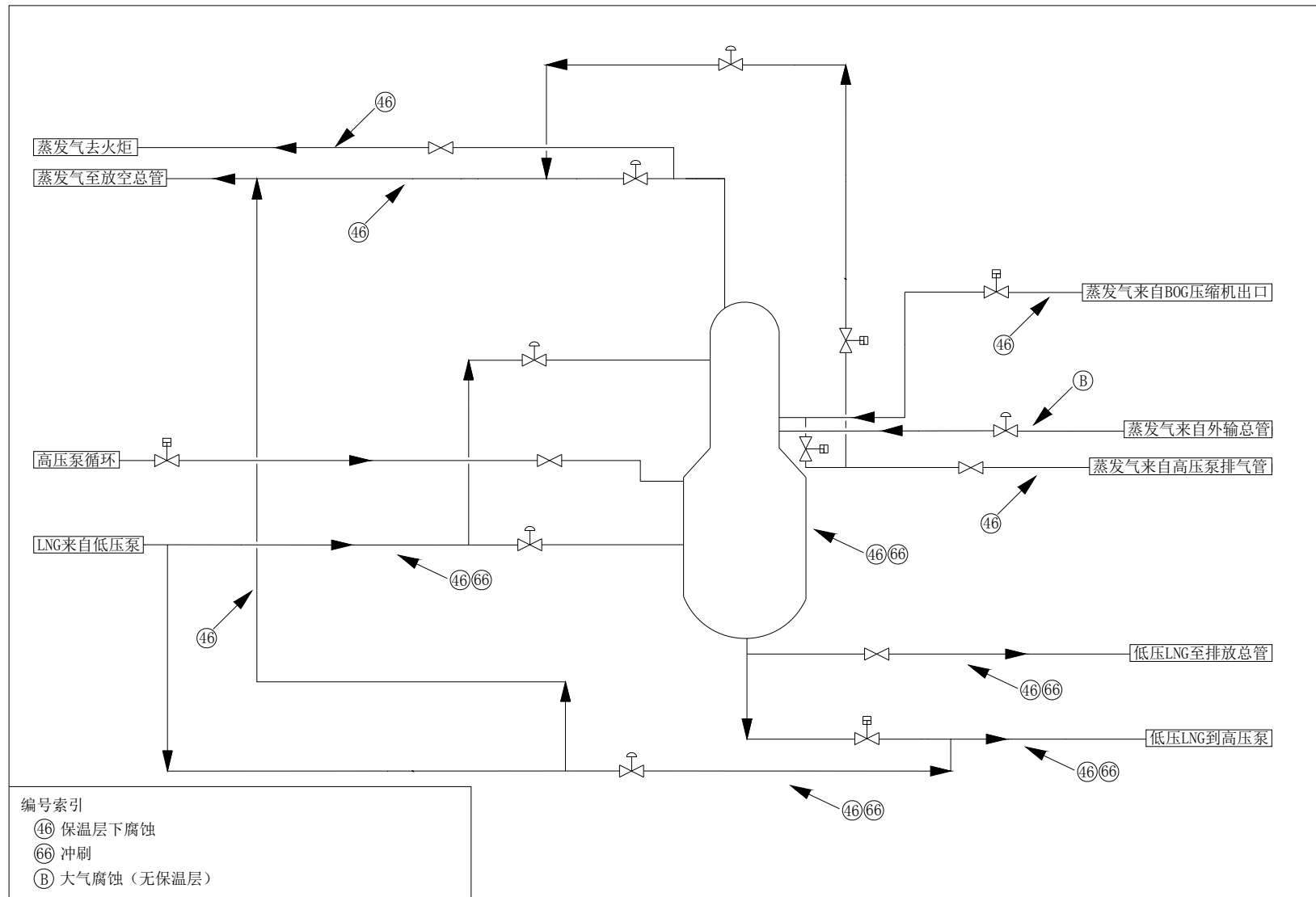


图 B. 3 LNG 接收站（BOG 处理工段-再冷凝器单元）

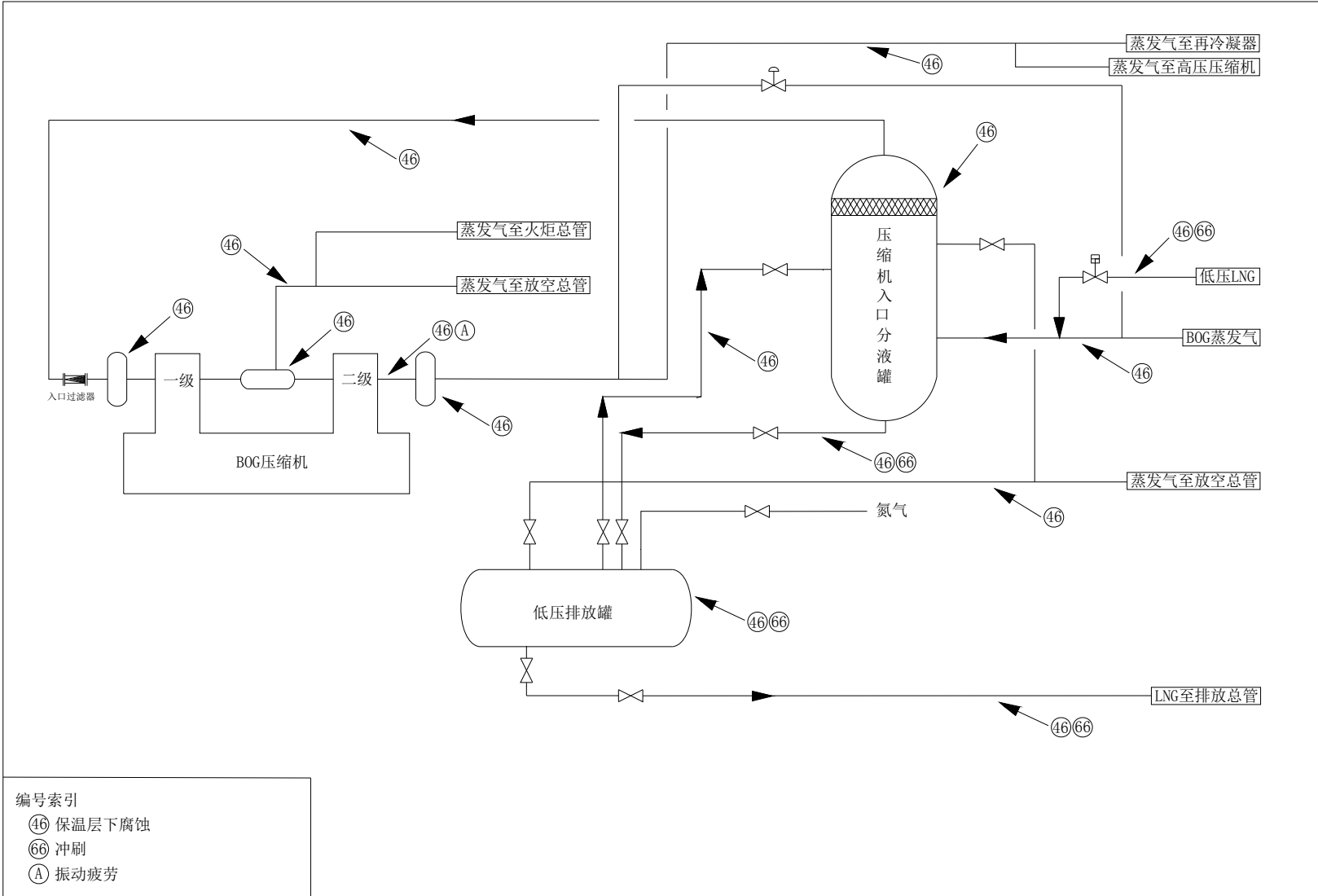


图 B. 4 LNG 接收站 (BOG 处理工段-BOG 低压压缩机单元)

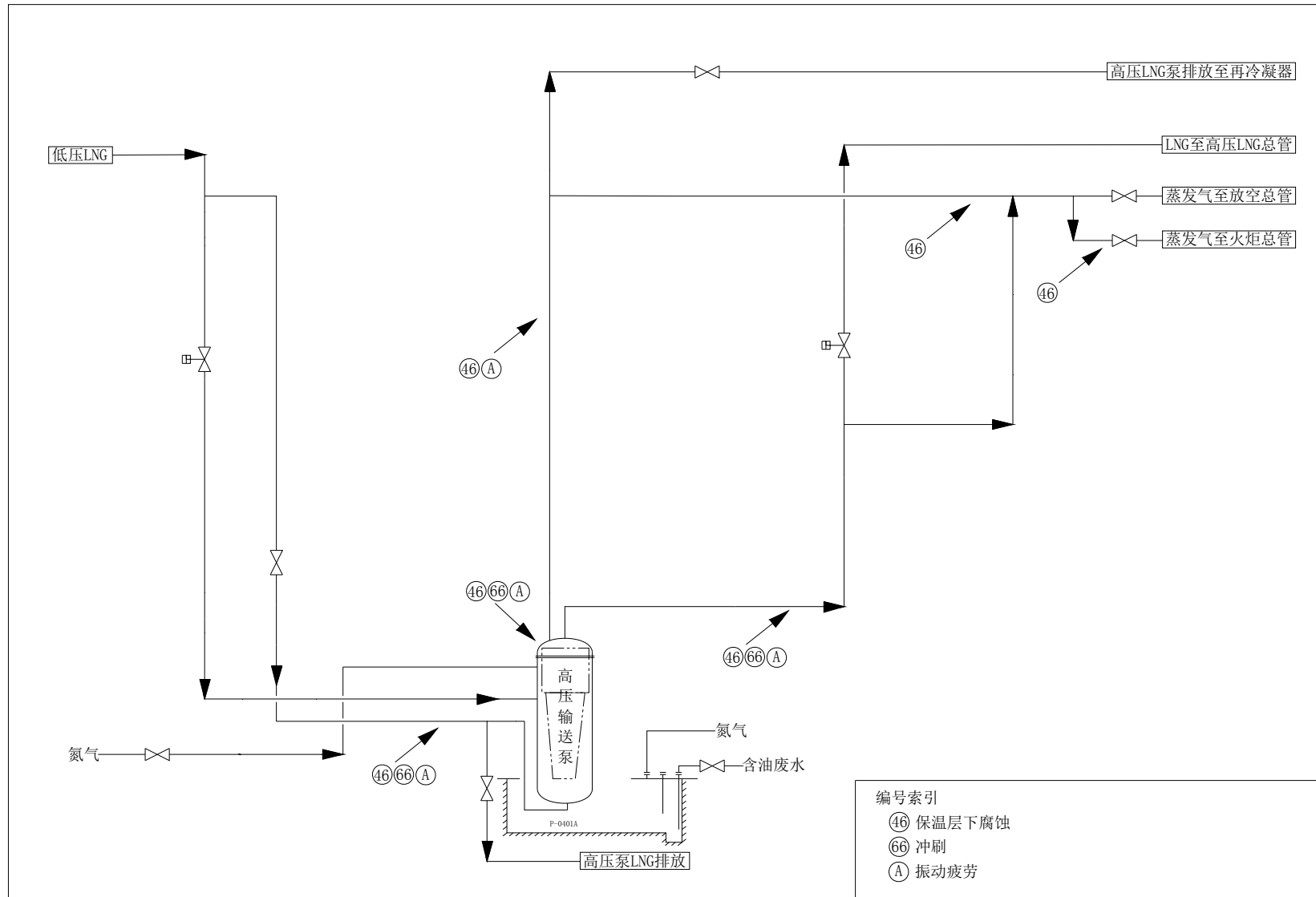


图 B. 5 LNG 接收站 (LNG 加压气化工段-高压输送泵单元)

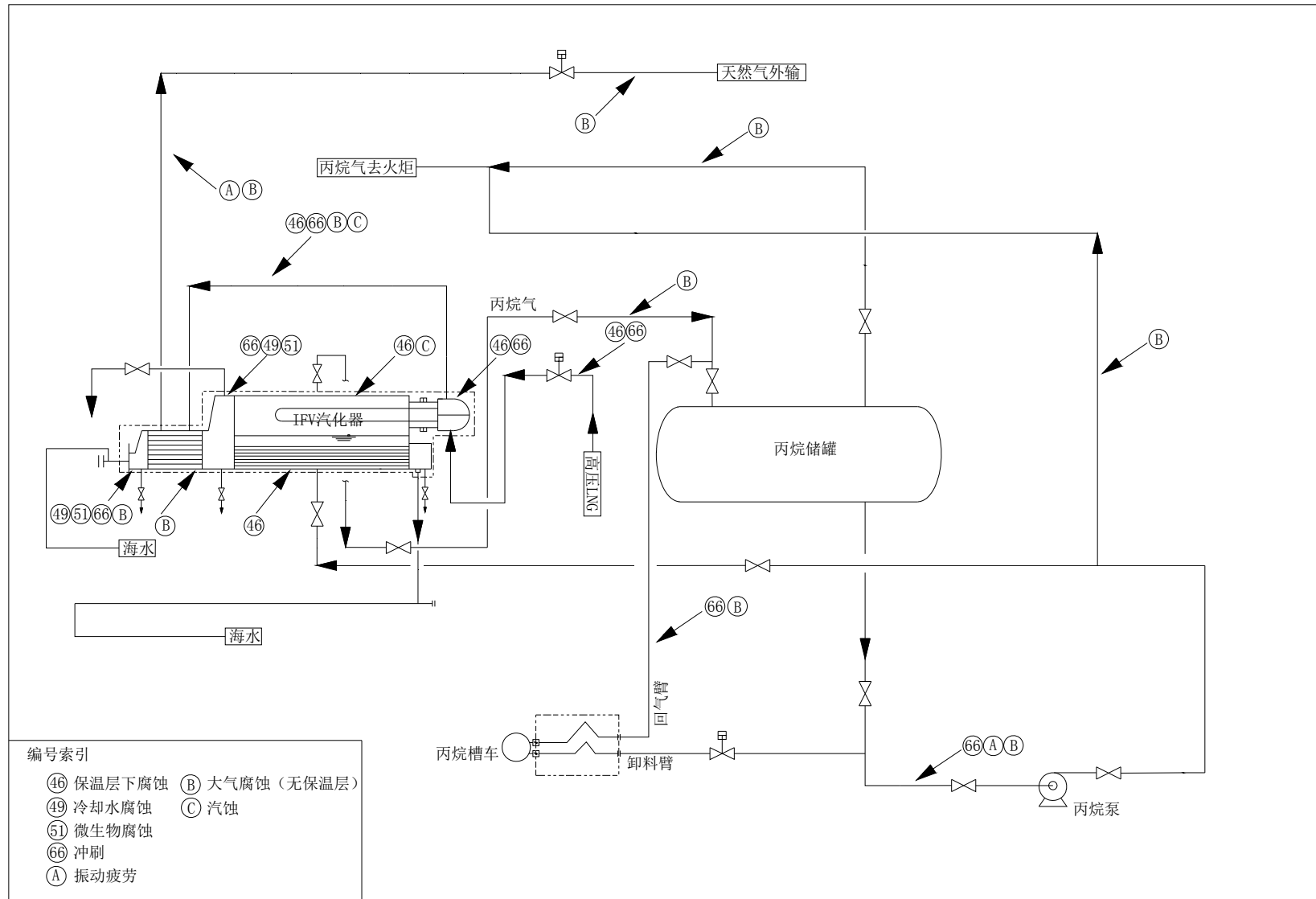


图 B.6 LNG 接收站 (LNG 加压气化工段-IFV 单元)

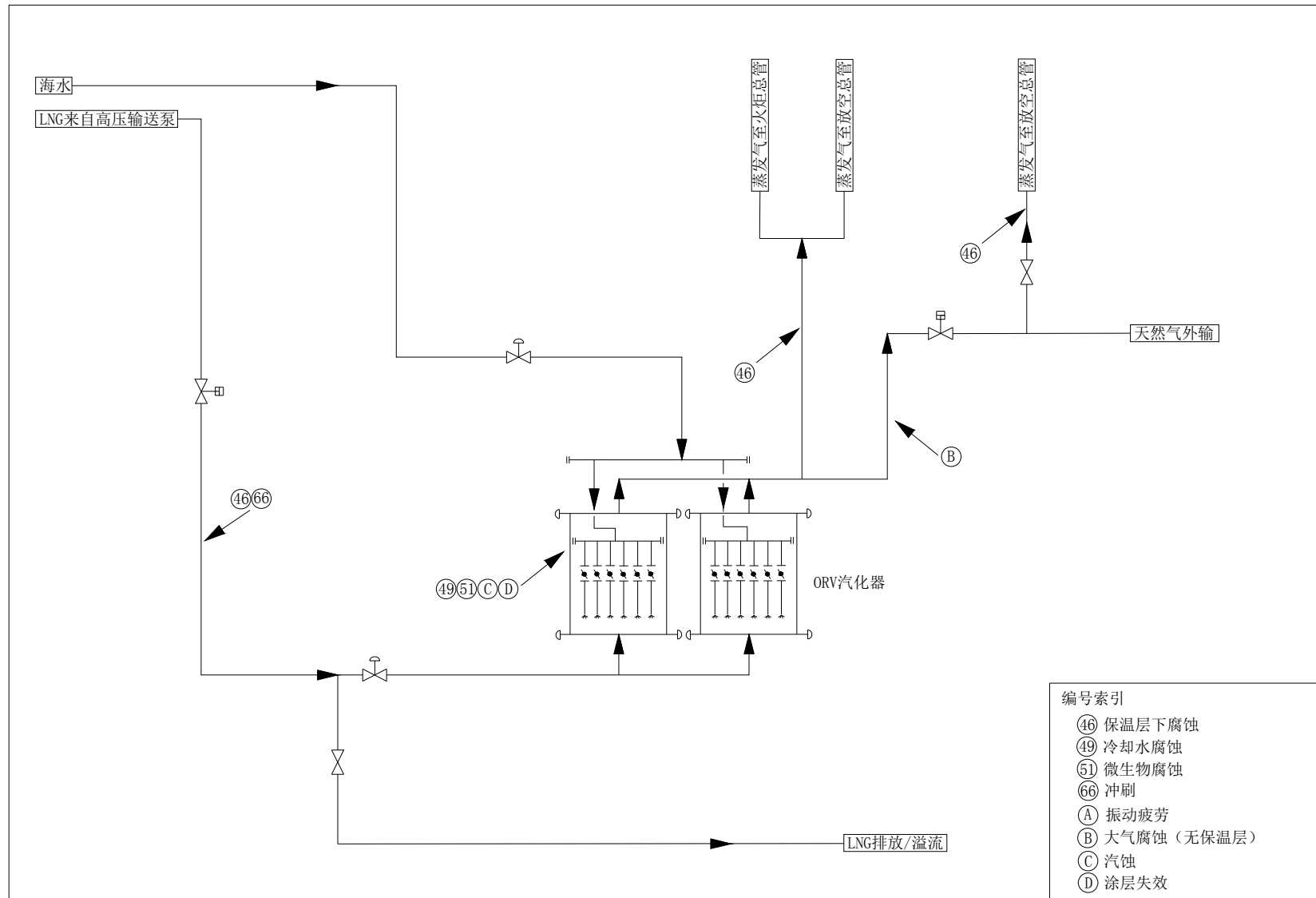


图 B. 7 LNG 接收站（LNG 加压气化工段-ORV 单元）

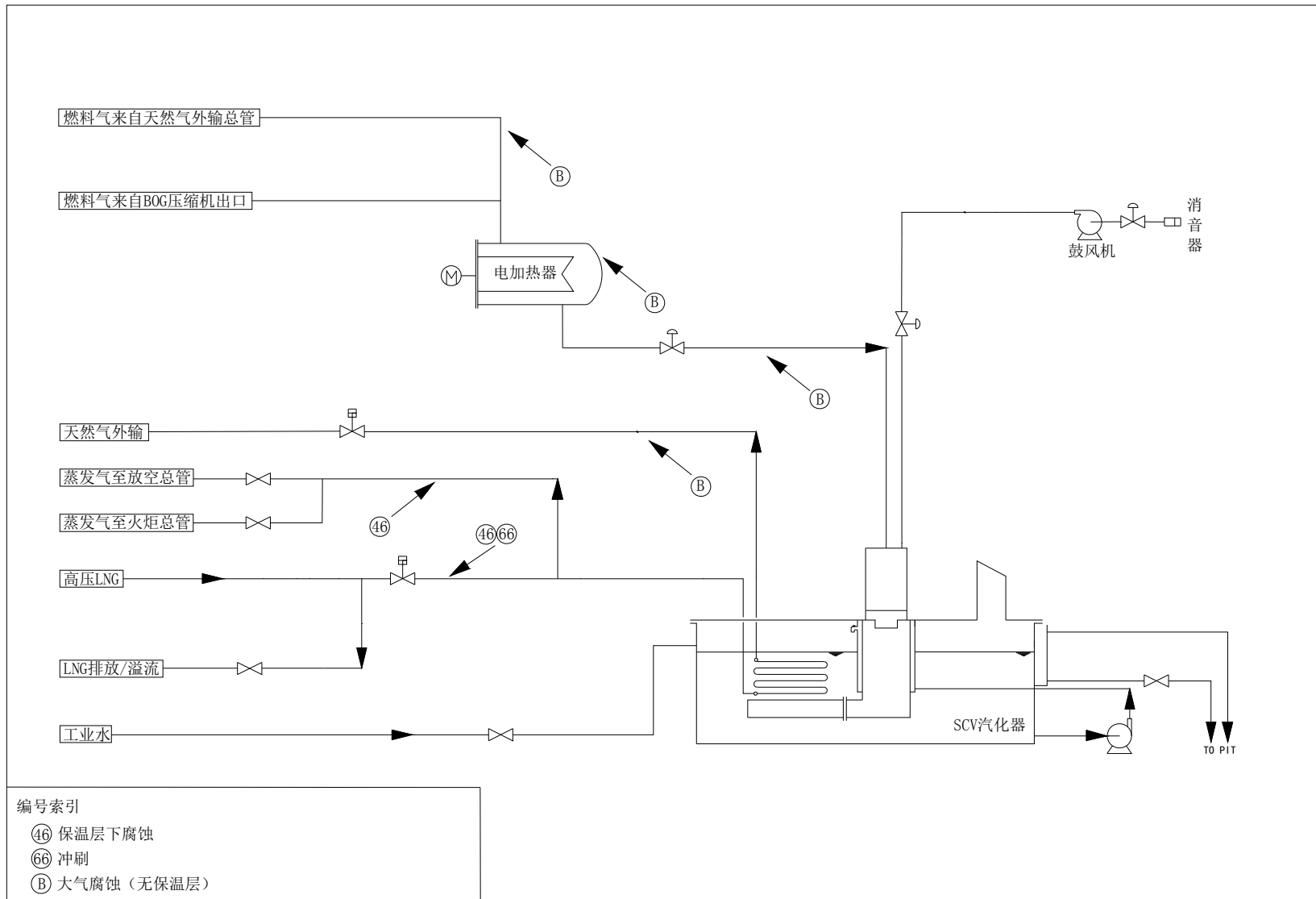


图 B. 8 LNG 接收站（LNG 加压气化工段-SCV 单元）

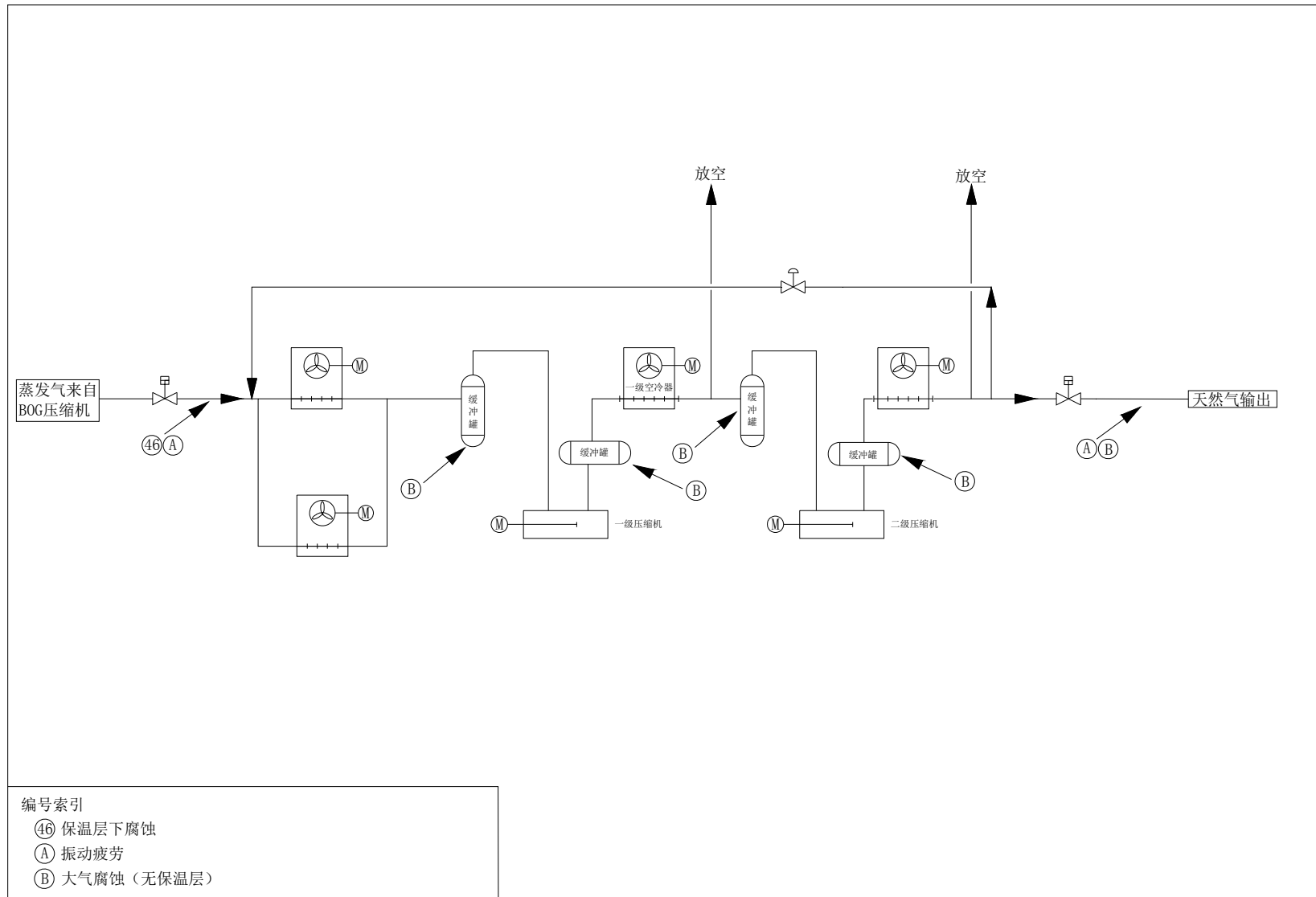


图 B. 9 LNG 接收站 (BOG 高压外输单元)

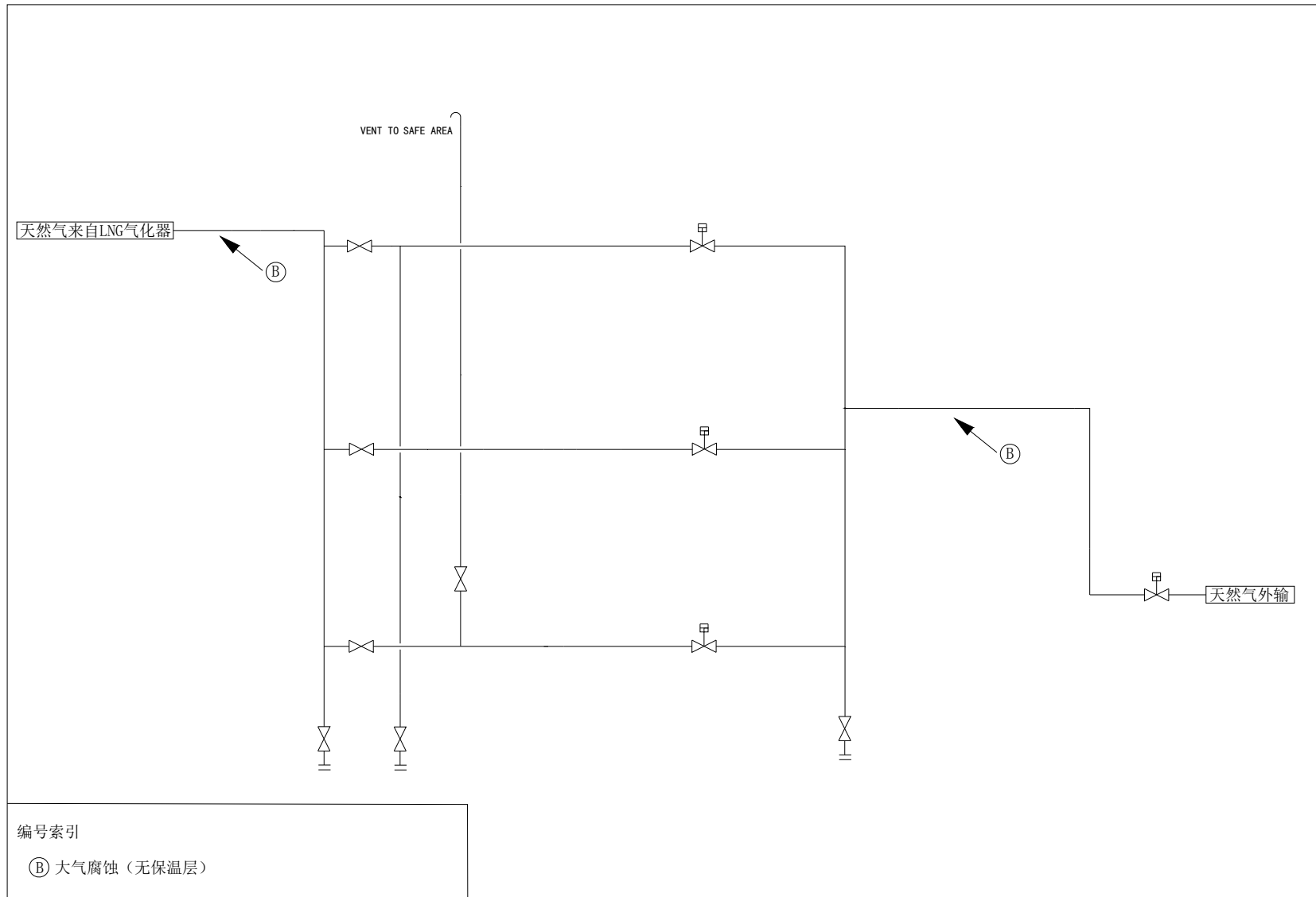


图 B. 10 LNG 接收站 (NG 计量及外输工段)

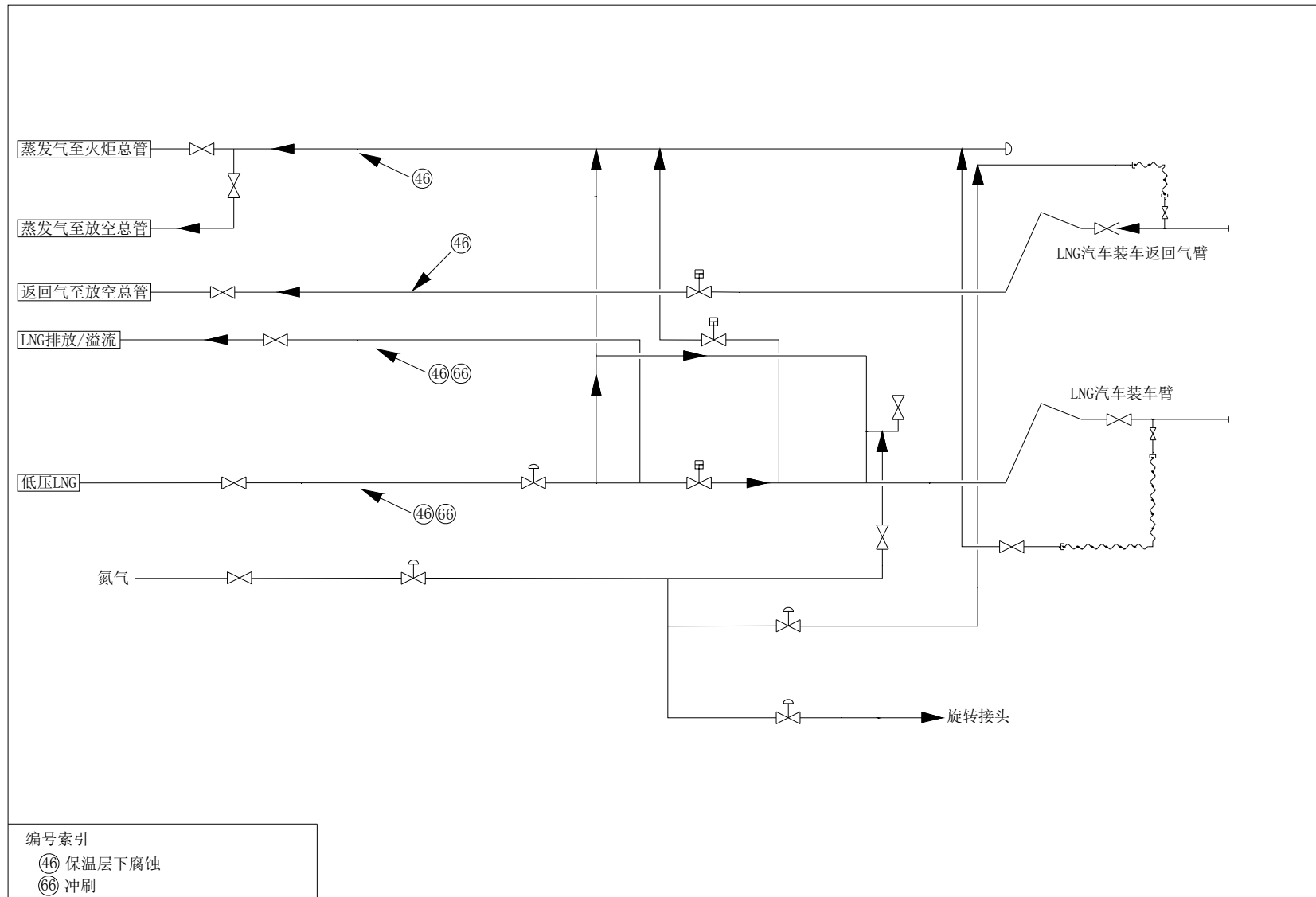
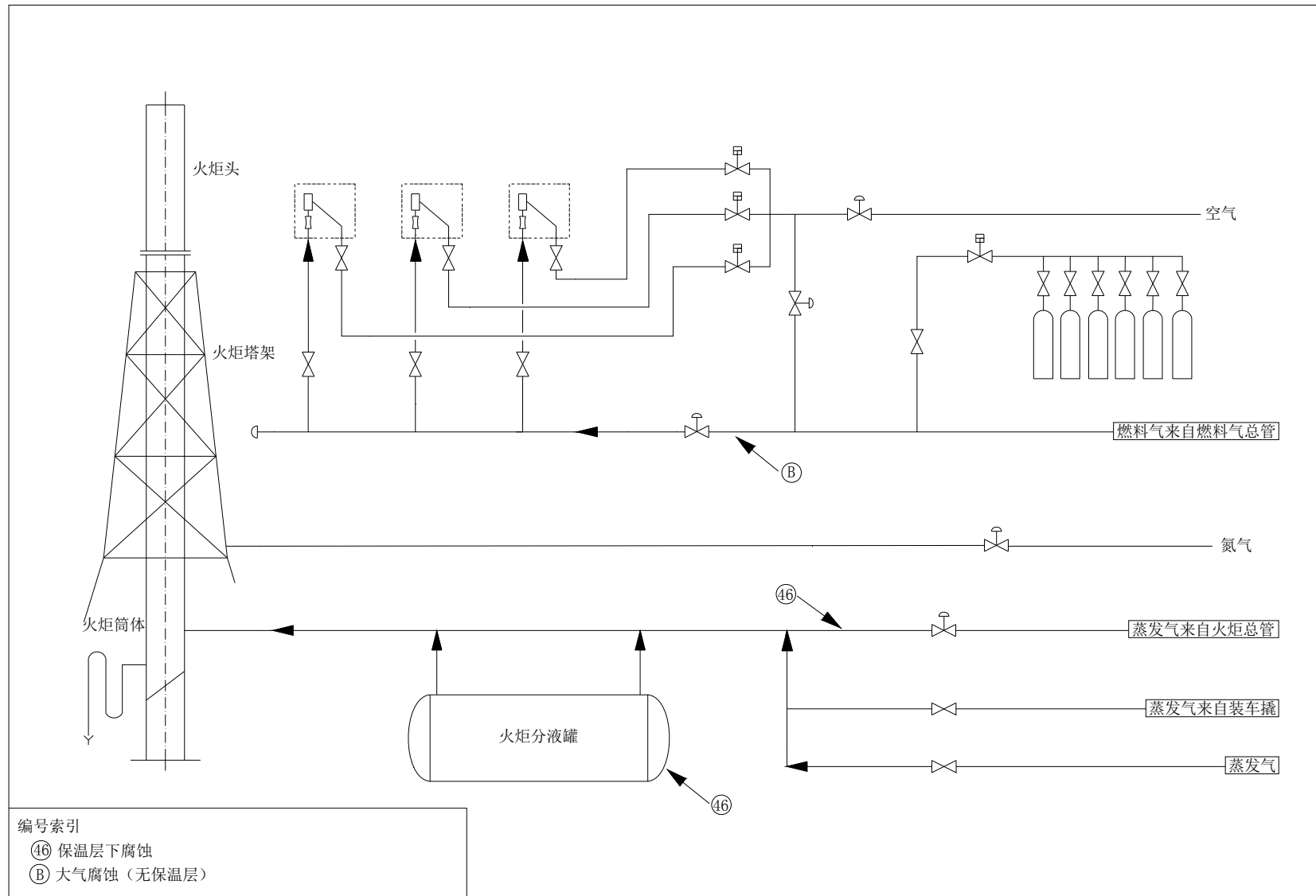


图 B. 11 LNG 接收站 (LNG 装车/船工段)



B. 12 LNG 接收站（火炬工段）