



中国石油



第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference

LNG扩建项目经验交流





目 录

1

LNG工程技术能力

2

LNG扩建项目经验交流

第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



PART 1

LNG工程技术能力

第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



■ 自主设计能力发展

近20年来，通过与IHI、TE等国外知名工程公司合作和技术消化吸收，中国五环全面掌握了LNG储罐和接收站的设计要点及诀窍，具备了完全自主的设计能力，拥有多项专有技术及专利，并取得了较多LNG接收站及城市调峰储气库项目业绩。

1、2006年之前 低温化工产品储存项目

- 传统合成氨工程——压缩制冷工艺&深冷分离工艺&低温储存
- 原化工部深冷中心，1979年主编出版《深冷手册》是国内最早总结介绍低温工程经典书籍之一，具有较好深冷工程技术基础
- 低温化工产品储存项目——液氨、液氮、液氧等单包容储罐为主

3、2011~2014年 海南洋浦LNG项目

- 内部研发、消化吸收，形成系统技术和人才储备，具有自主设计能力
- 完成详细工程设计及技术规定、技术规格书转化

2、2006~2010年 上海洋山LNG项目

- 国外工程公司合作，引入全容储罐理念
- 完成部分详细工程设计、设计转化工作
- 培养锻炼一批技术、管理人才

4、2014年后 天津渤化、广汇启东LNG、连云港石化、福建天汇等一系列项目

- LNG及低温液化烃全容罐自主设计
- LNG接收站及低温液化储运工程自主设计

第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



■ LNG项目业绩

业 主	上海液化天然气有限公司
工作范围	EPCG
项目规模	300万吨/年
投产时间	2010年
项目特点	<div>✓ 国内首批第三座联合体总承包LNG接收站项目</div> <div>✓ IFV气化为主，辅助SCV气化</div> <div>✓ LNG储罐采用电加热落地基础</div>

上海洋山港LNG接收站项目



第五届中国液化天然气大会
暨LNG设备与材料国产化技术推广会
The Fifth China LNG Conference
& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



■ LNG项目业绩

业 主	中海石油海南LNG天然气有限公司
工作范围	LNG储罐EPC+接收站详细工程设计
项目规模	284吨/年
投产时间	2014年
项目特点	<div><div>✓</div>依托外输罐内泵&共卸料总管兼具反输装船功能</div> <div><div>✓</div>完全ORV气化</div> <div><div>✓</div>海上平台高架火炬</div>

备注：现属于国家管网集团海南天然气有限公司

海南洋浦LNG接收站项目



第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



■ LNG项目业绩

业 主	武汉市燃气热力集团有限公司
工作范围	可行性研究报告+初步设计+详细工程设计
项目规模	✓ 2万方金属壁全容罐 ✓ 7万方/小时气化能力
投产时间	2013年
项目特点	✓ 国内最早开发设计金属壁全容罐技术 ✓ 最早建设城市LNG应急调峰站工程之一

武汉安山天然气储存基地项目



第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



■ LNG项目业绩

业 主	广汇能源综合物流发展有限责任公司
工作范围	LNG储罐EPC总承包
项目规模	1台16万方LNG预应力混凝土全容罐
投产时间	2020年
项目特点	储罐BOG减压送低压BOG管网

广汇能源LNG分销转运站LNG储罐EPC工程



第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



■ LNG项目业绩

业 主	江苏国信液化天然气有限公司
工作范围	一期：初步设计+详细工程设计 二期：可行性研究报告+初步设计+详细工程设计
项目规模	一期：295万吨/年，3台20万方预应力混凝土全容罐 二期：600万吨/年，1台20万方预应力混凝土全容罐
起止时间	2019年-至今
项目特点	✓ IFV+SCV组合气化调峰型LNG接收站 ✓ 设置回气风机长距离栈桥卸船 ✓ 设置分体式IFV，预留冷能利用功能

江苏省液化天然气储运调峰工程项目



第五届中国液化天然气大会
暨LNG设备与材料国产化技术推广会
The Fifth China LNG Conference
& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



■ LNG项目业绩

业 主	广汇能源综合物流发展有限责任公司
工作范围	LNG储罐及新建火炬可行性研究、EPC总承包
项目规模	1台20万立方LNG预应力混凝土全容罐
投产时间	2022年
项目特点	✓ 接收站整体扩建规划及接口预留 ✓ 国内首次进行BOG管网系统分级及火炬系统并网改造

广汇能源LNG分销转运站
5#20万方LNG储罐扩建工程



第五届中国液化天然气大会
暨LNG设备与材料国产化技术推广会
The Fifth China LNG Conference
& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



■ LNG项目业绩

业 主	华瀛天然气股份有限公司
工作范围	EPC总承包
项目规模	接收能力600吨/年，3台20万方LNG预应力混凝土全容储罐
起止时间	2020年-至今
项目特点	<ul style="list-style-type: none">✓ IFV气化器与电厂循环水冷热耦合利用✓ 长距离栈桥卸船✓ 共卸料总管装卸船功能✓ 双低压LNG外输总管，具备贫、富液同时外输功能

潮州华瀛液化天然气接收站项目



第五届中国液化天然气大会
暨LNG设备与材料国产化技术推广会
The Fifth China LNG Conference
& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



■ LNG项目业绩

序号	项 目	承接工作
1	武汉白浒山LNG储配基地项目	可行性研究报告/初步设计
2	岳阳LNG接收站(储备中心)项目工程(一期)	可行性研究报告/初步设计
3	嘉盛LNG调峰储配站工程	EPC总包
4	湖口液化天然气（LNG）储配项目二期工程	初步设计/EPC总承包
5	张家港海进江LNG接收站项目（苏州LNG储备中心）	可行性研究报告/初步设计

中国五环是迄今为止承担内河LNG接收站项目业绩最多的工程公司。



第五届中国液化天然气大会
暨LNG设备与材料国产化技术推广会
The Fifth China LNG Conference
& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



■ LNG项目业绩

业 主	中煤鄂尔多斯能源化工有限公司
工作范围	EPC总承包
项目规模	设计净化气处理量：363100Nm ³ /h 甲烷气液化量：15.78×10 ⁴ Nm ³ /d
投产时间	2022年
项目特点	✓ 中国五环EPC总承包甲烷深冷分离副产LNG项目 ✓ 处理气量大，采用氮气+混合冷剂双循环压缩制冷技术

合成气制年产100万吨甲醇技术改造项目
甲烷深冷分离副产LNG



第五届中国液化天然气大会
暨LNG设备与材料国产化技术推广会
The Fifth China LNG Conference
& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



PART 2

LNG项目扩建经验交流

第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



中国五环工程有限公司
WUHUAN ENGINEERING CO., LTD.

随着沿海优质港口资源逐渐稀缺，LNG接收站建设也逐渐由新建高潮转向扩建高潮，扩建项目中主要面临如下问题：

- ✓ 储罐建造技术发展，单罐罐容大型化，原规划在扩建中面临调整
- ✓ 新增反输装船功能
- ✓ 新增码头泊位
- ✓ 未进行整体规划，边扩建边改造
- ✓ 市场发展超预期，气化扩能大，超规划建设
- ✓ 冷能利用需求
- ✓ 检维修安全隔离要求
- ✓ BOG处理系统、火炬系统、公用辅助设施能力瓶颈

中国五环先后参与广汇启东4#、5#、6#LNG储罐及配套设施扩容扩建、江苏国信LNG接收站扩建等项目前期方案论证、项目执行，以及广东大鹏接收站可靠性改造项目可行性研究及相关专题研究、上海LNG码头反输装船改造等项目咨询过程中，对扩建项目难点、痛点有较深入认识，为新建LNG接收站项目规划、扩建项目建设积累了丰富工程经验。

第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

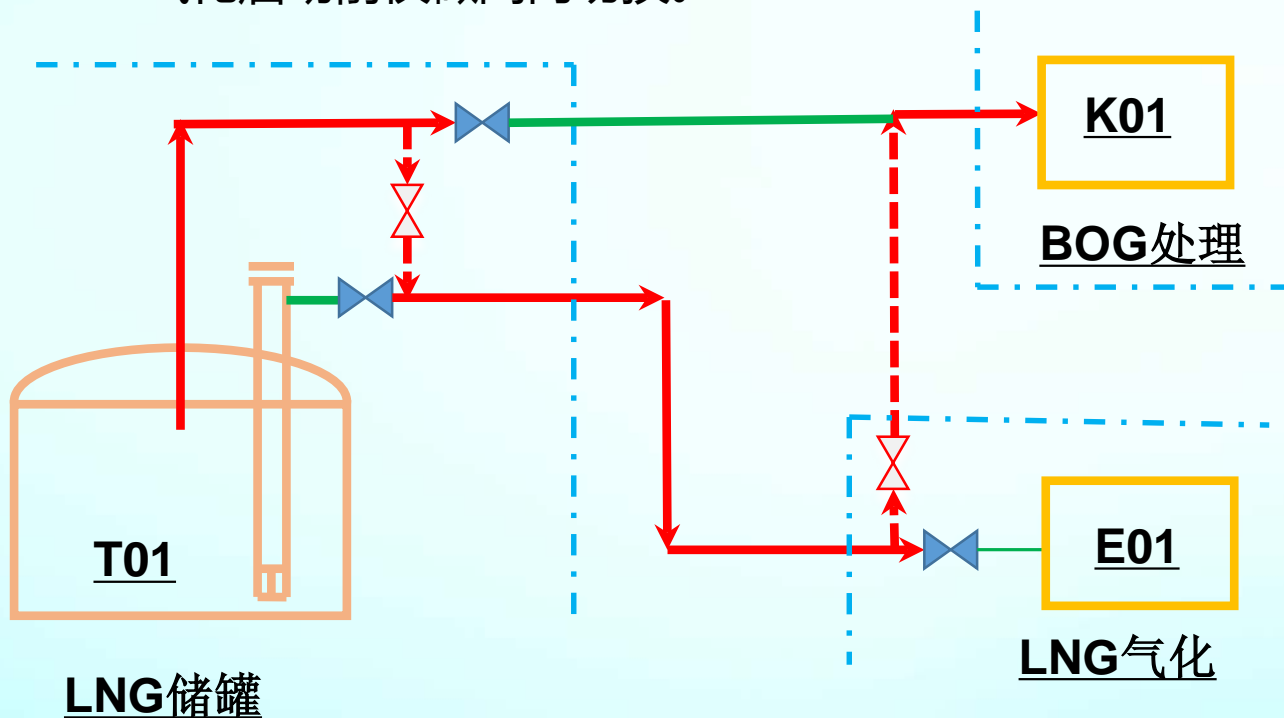
The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



2.1 利用低温BOG保冷液相管线

- ✓ LNG应急调峰站气化系统调峰期间歇运行，要求启动快；
- ✓ 一期设计气化启动前，利用罐内泵LNG对管线进行预冷，启动时间长；
- ✓ 气化扩能增加BOG保冷跨线，利用LNG储罐低温BOG对气化外输系统液相管线进行保冷，以维持其冷态，气化启动前仅做阀门切换。



第五届中国液化天然气大会

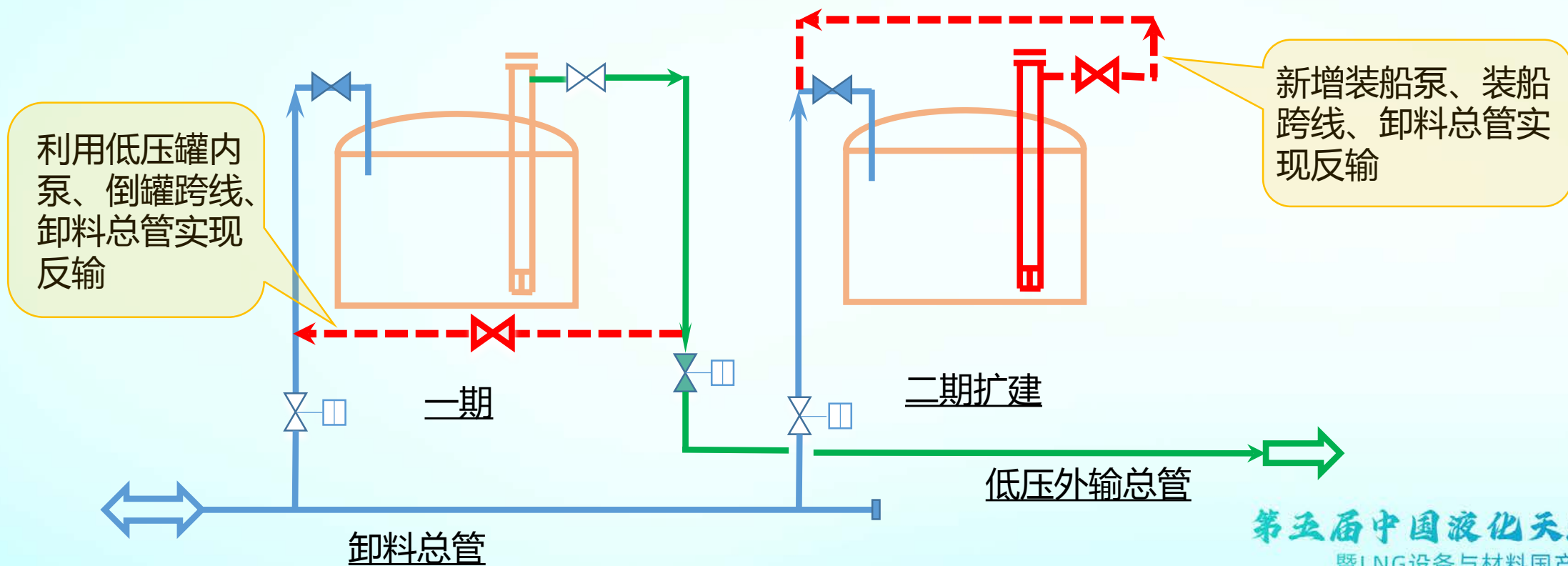
暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference

2.2 反输装船

储罐扩建项目新增装船泵或利用已有低压罐内泵，依托卸料总管实现反向装船功能。



第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



2.2 反输装船

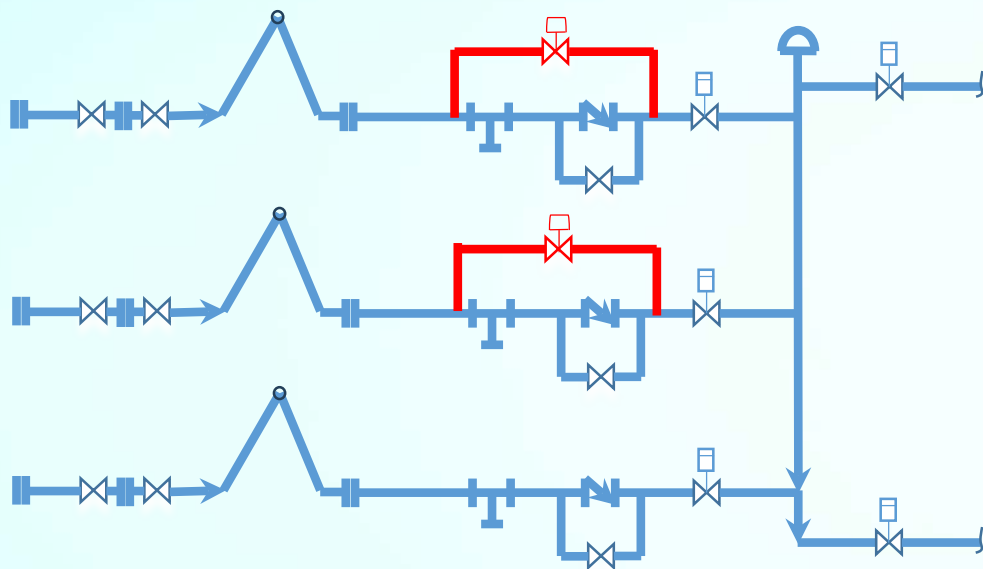
反输装船泵设置方案对比

项 目		方案一 依托低压罐内泵	方案二 新增反输装船泵
优势	<div>✓ 投资省</div> <div>✓ 流程简捷</div>	<div>✓ 流量大，装船速率高</div> <div>✓ 扬程低，BOG产生量小，能耗低</div> <div>✓ 操作便捷，不会对气化外输系统造成影响</div>	
劣势	<div>✓ 泵扬程高，能耗高，BOG产生量大，装船速率受到低压泵能力限制</div>	<div>✓ 扩建储罐拱顶结构、管道布置等需要重新设计</div> <div>✓ 投资大</div>	

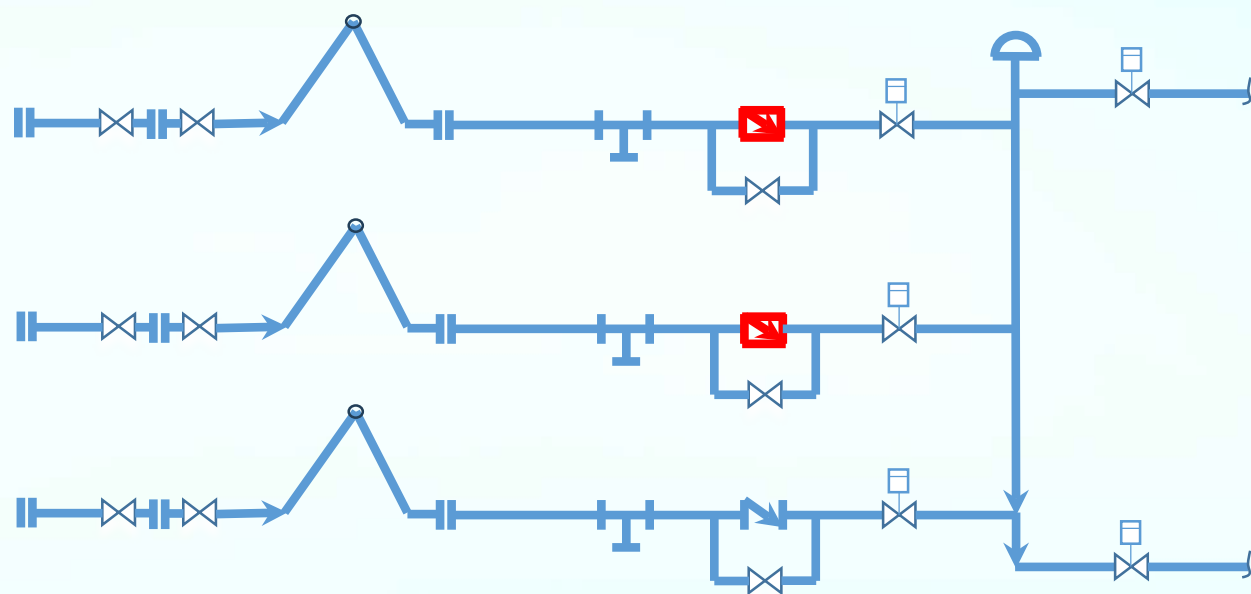
两种方案均可满足反输装船要求，各有优劣，需结合项目具体功能定位确定。

2.2 反输装船

反输装船在码头侧卸料支线有两种方案可供选择：



方案一：卸料支管设置“跨线反输”



方案二：卸料支线原止回阀拆除，安装“带手动操作装置止回阀”

第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

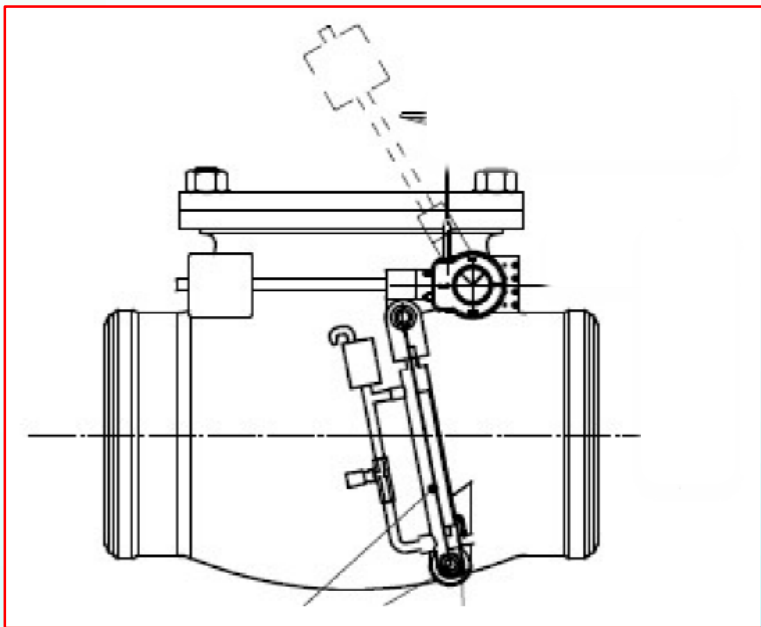
& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference

2.2 反输装船

“带手动操作装置”止回阀

在普通旋启式止回阀基础上，增加一套手轮操作机构。保证手轮阀杆在深冷工况下的密封性能，采用延长阀杆，以确保阀杆密封填料工作在冰点以上。

- ◆ 卸船工况（正向流动）：具有防水锤、止回功能；当流体出现反向流时，阀板在重力作用下下落，防止管道产生水锤效应
- ◆ 装船工况（反向流动）：流道可以打开，实现介质反向通过要求



“带手动操作装置”止回阀

第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



2. 2反输装船

项目	方案一 卸料支管设置“跨线反输”	方案二 卸料支线止回阀拆除，安装“带手动操作装置止回阀”
优点	<ul style="list-style-type: none">➢ 流程方案成熟可靠，适用于装船作业频次高场合➢ 装、卸船操作相对独立、便捷	<ul style="list-style-type: none">➢ 施工难度小➢ 整体投资省
缺点	<ul style="list-style-type: none">➢ 管线布置难度大➢ 施工难度大	<ul style="list-style-type: none">➢ 止回阀长时间稳定运行有待进一步验证

建议：

- ✓ 反输装船改造则需要结合现场布置、改造难度综合考虑选择施工难度小方案
- ✓ 对于改造和新建项目，反输装船频次低，建议选择方案二，如预期反输装船频次高，推荐选择方案一



2.3 双BOG管网系统+双火炬系统

储罐建设分期	储罐规模	BOG处理	BOG管网	火炬系统
一期	2台5万方金属壁单容罐	2台4400Nm ³ /h低温压缩机	10kPaG低压管网	一期高架火炬
二期	1台16万方预应力混凝土全容罐	1台9900Nm ³ /h常温压缩机	10kPaG低压管网	依托一期火炬
三期	1台16万方预应力混凝土全容罐	2台13000Nm ³ /h低温压缩机	10kPaG低压管网	依托一期火炬
四期	1台20万方预应力混凝土全容罐	低压和高压双系统运行	新增20kPaG高压管网	新建高架火炬
五期	1台20万方预应力混凝土全容罐(在建)	依托现有设施	依托现有设施	依托现有设施
规划	1台27万方预应力混凝土全容罐	依托现有设施	依托现有设施	依托现有设施

- ✓ 二期、三期扩建过程中，以储罐扩建为导向，对配套设施进行能力复核，逐步扩容。
- ✓ 中国五环执行四期储罐扩建时，对接收站现有运行瓶颈进行诊断并整体系统规划，设计双BOG管网，并新增1座高架火炬，满足扩建及远期规划要求。

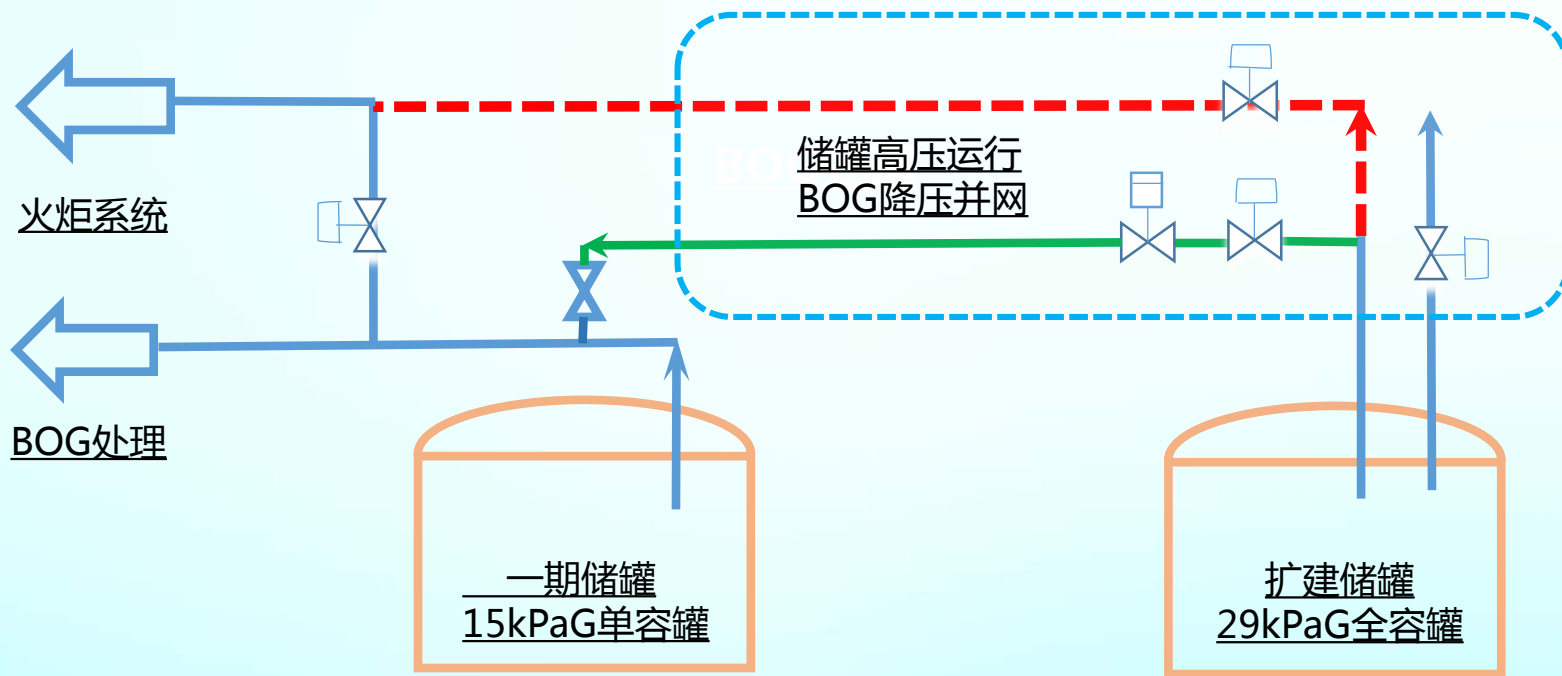
第五届中国液化天然气大会
暨LNG设备与材料国产化技术推广会
The Fifth China LNG Conference
& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



2.3 双BOG管网系统+双火炬系统

二期、三期储罐扩建，依托一期BOG低压管网和火炬系统运行

- 扩建储罐高压(20kPaG)操作，压力控制阀和紧急切断阀减压向BOG管网(10kPaG)并网运行
- 扩建储罐气相BOG超压单独并入一期储罐超压火炬控制阀后，保证安全排放
- 扩建储罐设置超压控制阀直接排空，用于开车及火炬检修期间超压应急排放

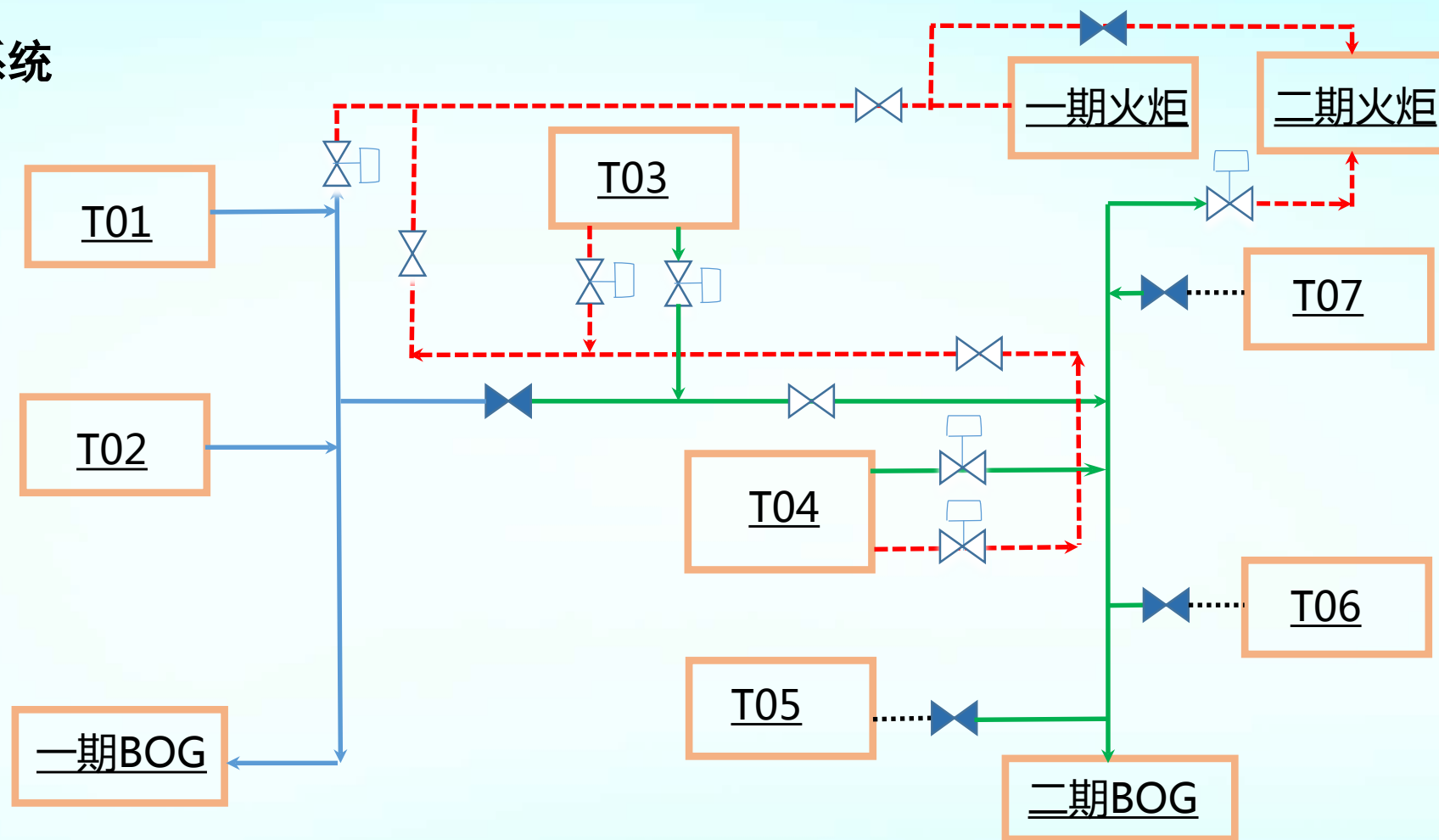


第五届中国液化天然气大会
暨LNG设备与材料国产化技术推广会
The Fifth China LNG Conference
& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference

2.3 双BOG管网系统+双火炬系统

扩建规划运行方案

- 一期单容罐依托一期10kPaG BOG管网及火炬系统；
- 扩建储罐利用新建20kPaG BOG管网及新建火炬系统；
- 一期火炬气可并入二期火炬系统，可满足一期火炬检修要求；



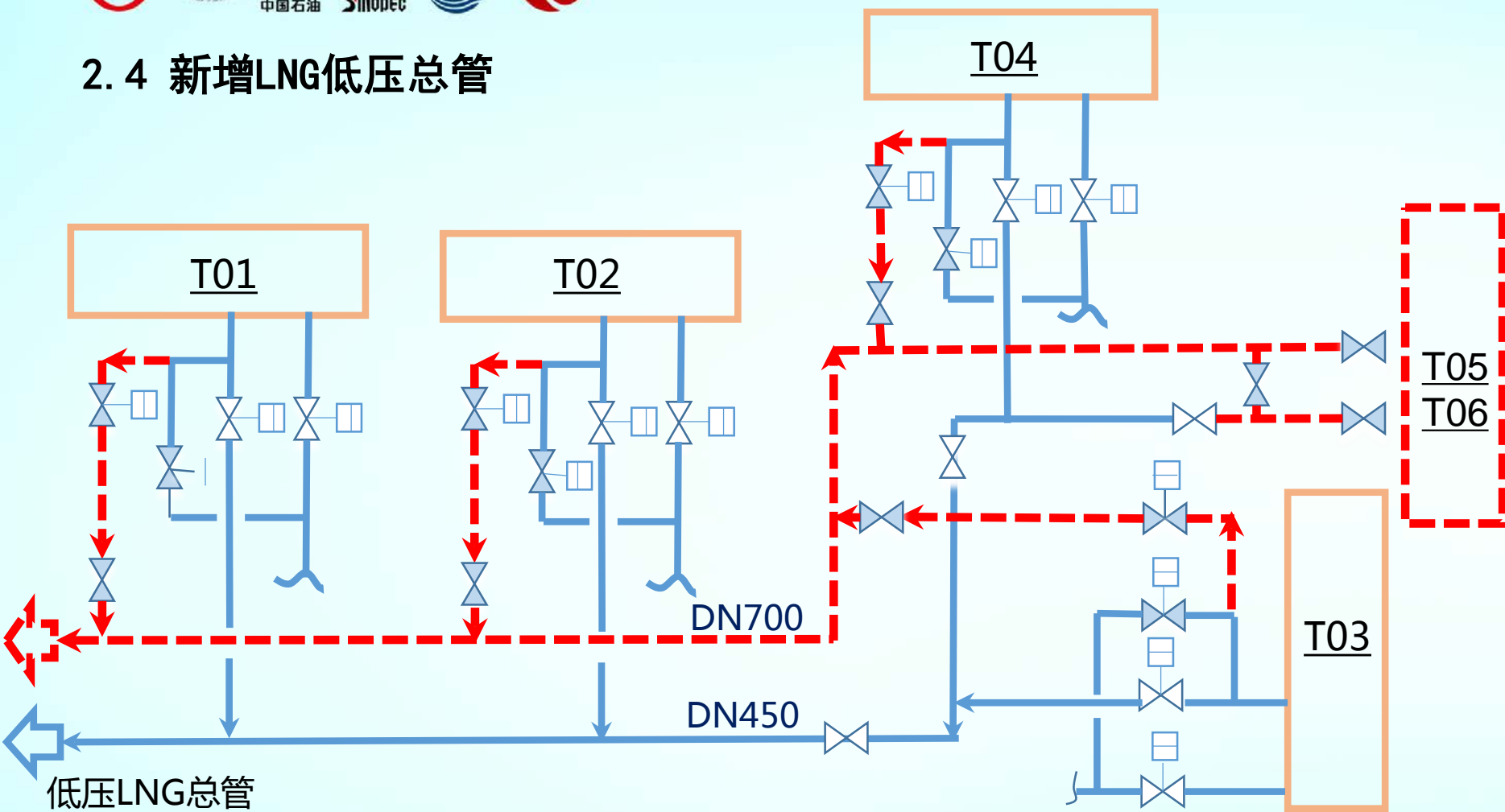
双BOG管网系统+双火炬系统运行方案

第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference
& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference

2.4 新增LNG低压总管



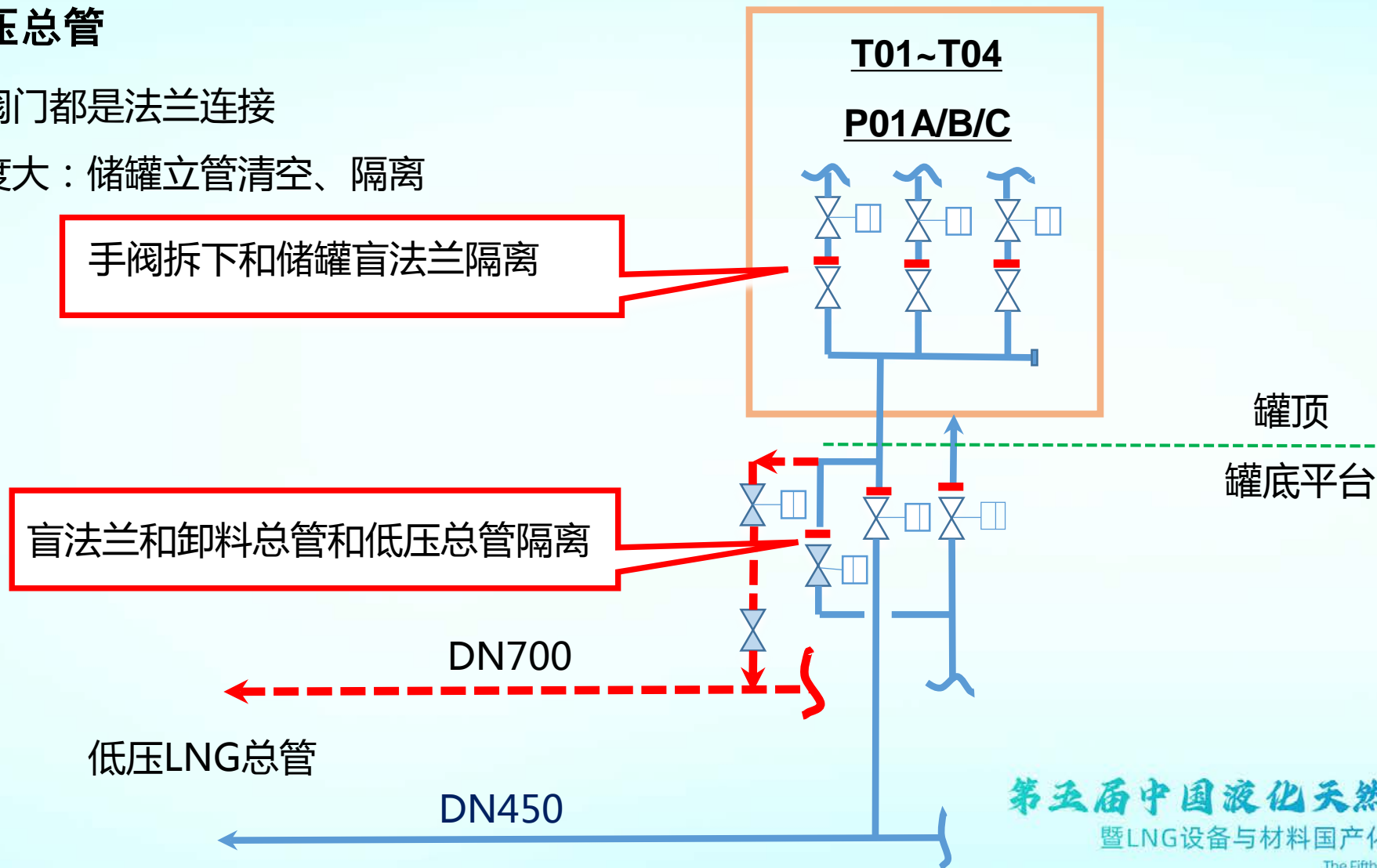
气化扩能——低压LNG总管成为瓶颈

- ✓ 分步实施：
 - ①新增低压外输总管和联通管；
 - ②适时启动T01~T04储罐和新增低压外输总管联通分步实施，施工风险小，相对稳妥可控
- ✓ 操作灵活，设置联通管，未实施第二步时，T03、T04储罐可通过新建低压总管外输，保证原总管外输能力不超限



2.4 新增LNG低压总管

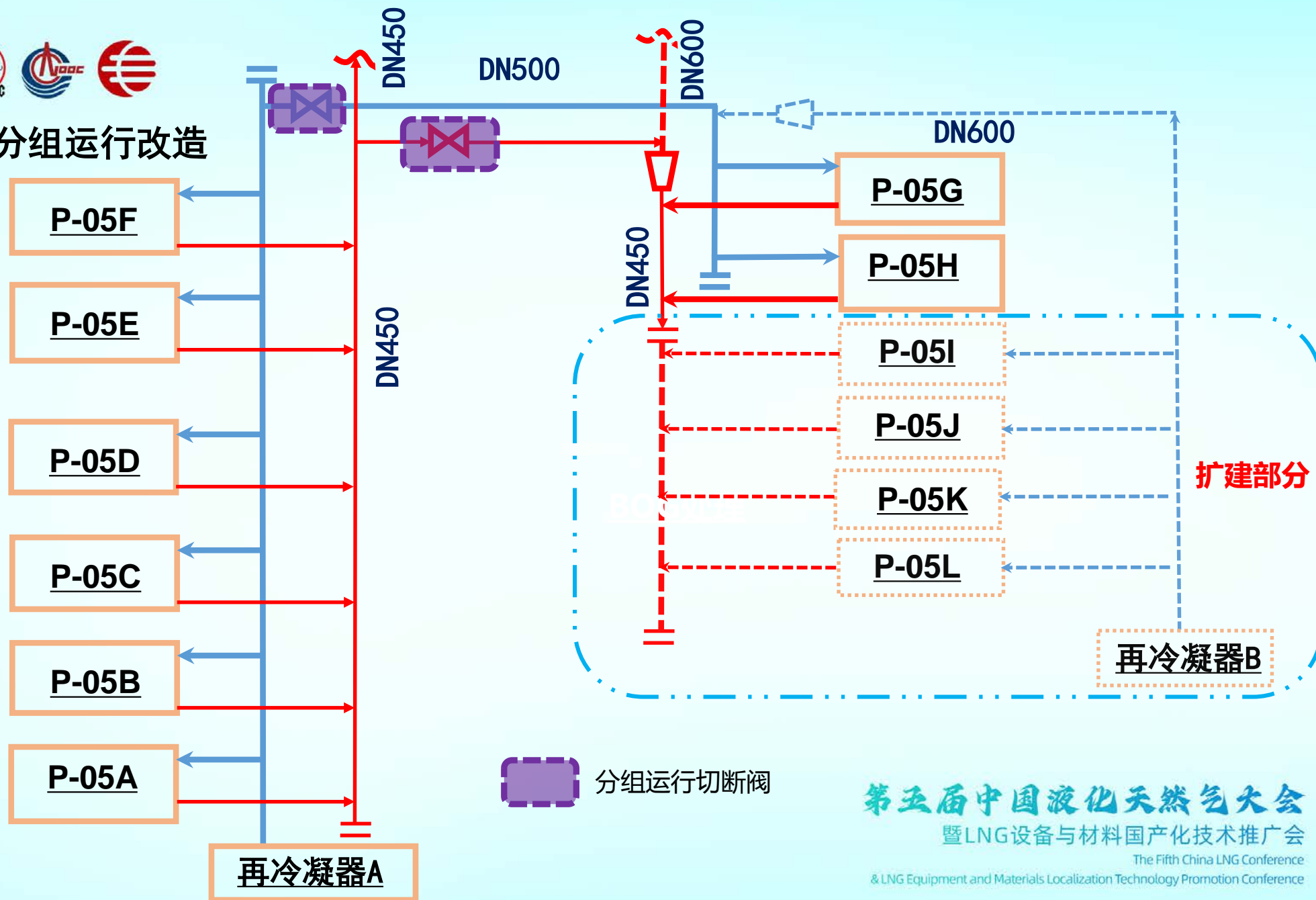
- ✓ 有利条件：阀门都是法兰连接
- ✓ 施工作业难度大：储罐立管清空、隔离



第五届中国液化天然气大会
暨LNG设备与材料国产化技术推广会
The Fifth China LNG Conference
& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



2.5 高压输出泵分组运行改造





2.5 高压输出泵分组运行改造

(1) 新增低压LNG总管供料

- 一期再冷凝器停运维护，高压输出泵LNG均来自改造项目再冷凝器低压LNG总管提供，同时可反输为一期高压输出泵供料

(2) 新增高压LNG总管供料

- 一期高压泵组可通过分組管线向二期输出总管为气化供应LNG

(3) 分组运行

- 关闭一期预留切断阀，一期高压输出泵6台为一组
- 一期扩建项目2台高压输出泵和本次改造项目新增4台高压输出泵共6台一组，分别由两根低压LNG输出总管提供LNG

第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference



2.6 扩建储罐预冷方案

扩建储罐项目可依托站内现有LNG进行预冷，缩短LNG船停留时间，节省费用；扩建LNG储罐可采用以下三种预冷方案：

项目	方案一：LNG直接预冷	方案二、液氮+LNG分段预冷	方案三、天然气/BOG置换+LNG预冷
优点	<ul style="list-style-type: none">➤ 流程简单、成熟➤ 操作便捷	<ul style="list-style-type: none">➤ 减少预冷LNG消耗，节省预冷费用	<ul style="list-style-type: none">➤ 减少预冷LNG消耗，预冷BOG能进行回收，预冷成本低
缺点	<ul style="list-style-type: none">➤ 预冷BOG中氮含量高，不能有效回收，预冷损耗大➤ 非独立BOG管网，预冷BOG氮含量高，也导致其他储罐BOG不能进行回收	<ul style="list-style-type: none">➤ 需组织液氮资源，LNG预冷初期BOG氮含量高也不能回收➤ 建议液氮预冷至-80~-100℃，切换至LNG预冷，避免出现过冷现象。	<ul style="list-style-type: none">➤ 为保证置换环节充分混合，降低天然气消耗，置换操作时间长

- ✓ 建议储罐扩建项目设计中提前规划预冷方案及配套设施；
- ✓ 推荐选择方案三，预冷BOG能充分回收，损耗少，预冷成本低。



2.7 小结

LNG接收站具有连续运行不停产特点，扩建项目设计中要做好界面识别，充分研究设计方案的可施工性，更重要的是，要求一期项目设计阶段充分做好建设规划：

- ✓ 建议一期项目申报中规划反输装船功能，可根据市场发展在扩建项目中组织实施；扩建中申请反输装船功能，需多次组织专家审查、论证，二次申请审批难度大
- ✓ 一期项目实施中，做好项目全局整体规划，辅助配套设施做好能力、位置和接口预留
- ✓ 随着LNG市场发展，基本连续负荷逐渐提升，冷能利用空间潜能大，适度规划预留冷能利用
- ✓ 一期设计预留接口界面做好可施工性分析，降低扩建项目施工难度、规避施工风险
- ✓ 低压LNG总管、高压LNG总管、天然气外输总管等做好预留能力规划，避免形成扩建项目的瓶颈，导致施工改造难度风险大



谢谢！

第五届中国液化天然气大会

暨LNG设备与材料国产化技术推广会

The Fifth China LNG Conference

& LNG Equipment and Materials Localization Technology Promotion Conference