

THE LINDE GROUP

Linde

液化天然气技术



目录.

3	简介
4	天然气的预处理和分离
5	LNG 装置的流程框图
6	基本单级混合制冷剂工艺
7	LNG 装置, Kollsnes, 挪威
7	LNG 装置, Kwinana, 澳大利亚
8	LIMUM® (林德多级混合制冷剂) 工艺
9	LNG 装置, 鄯善和吉木乃, 中国
9	LNG 装置, Stavanger, 挪威
10	MFC® (混合制冷剂级联) 工艺
11	LNG 装置, Hammerfest, 挪威
12	绕管式换热器
14	板翅式换热器
16	联系方式

简介.

天然气是一种含有碳氢化合物的混合气体, 在纯净状态下无色无味, 二氧化碳排放量最低, 所以它被称为最清洁的矿物燃料. 天然气是一种重要的燃料资源, 同时也是化肥和石油化工的主要原料.

天然气可以被冷却和液化, 方便于长距离的运输, 液态天然气的体积为标准状态下气态天然气的 600 分之一, 温度约 -162°C . 林德集团工程部根据客户需求为客户量身定制天然气液化工艺, 装置的能力从 40,000 吨每年到 12,000,000 吨每年, 林德工程在 LNG 工业中有着悠久的历史, 从 1967 年至今, 在全球各地设计, 制造, 运行着超过 20 座 LNG 装置.



C3+ 回收装置, Kollsnes, 挪威
(照片由挪威石油 STATOIL 提供)

天然气的预处理和分离.

天然气的预处理

天然气的预处理主要包括脱汞, 脱酸性气体和干燥. 天然气在分子筛吸附器中被干燥. 根据下游的工艺步骤和酸性气体的浓度, 可能需要对天然气进行脱 H₂S 和 CO₂, 采用的吸收工艺有 MDEA, Benfield 或 SULFINOL, 如果仅含有微量酸性气体, 也可用干燥吸附工艺脱除. 脱汞床主要是用于脱除天然气中含有的少量汞, 以保护设备和人身安全.

天然气分离

为了分离或回收天然气中的各种组分, 低温工艺代表了最经济的解决方案. 脱氮工艺调节了天然气的组成, 减少了运输中的体积, 也增加了燃烧热值. 氮气回收经常是和脱氮工艺组合在一起, 高纯度的氮气通过深冷和变压吸附工艺来进行回收. NGL, LPG, 冷凝液或纯的甲烷, 乙烷, 丙烷和丁烷与管道气相比具有更高的市场价值. 因此, 根据当地市场的特定需求, 通过量身定制的工艺, 对这些物质进行提取, 分馏. NGL 和 LPG 是烯烃工业中蒸汽裂解的理想原料. 林德工程可以提供天然气的预处理和分离, 包括 NGL, LPG, 氮气和氦气的提取等所有的工艺.

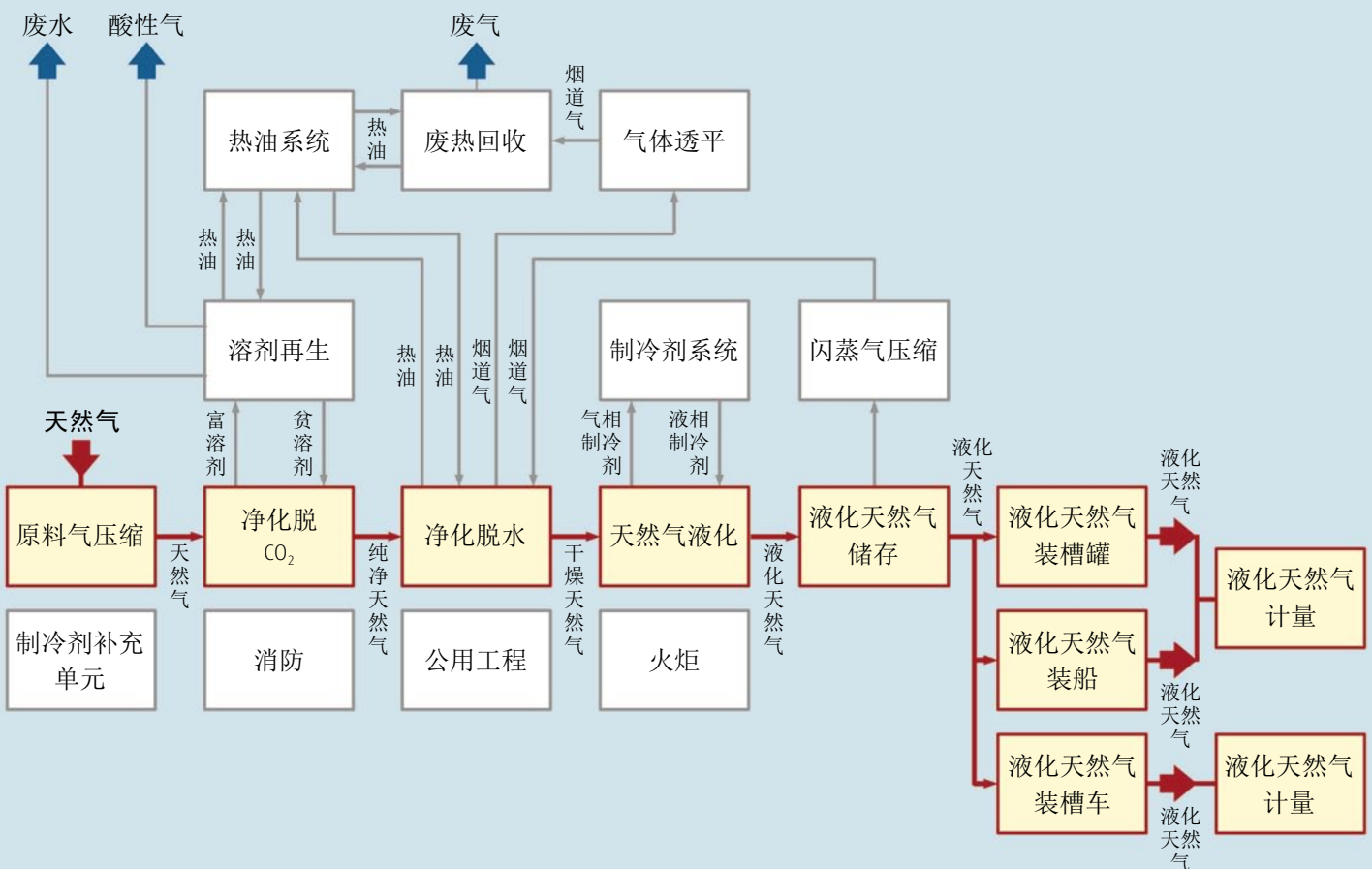
LNG 装置流程框图.

典型 LNG 装置由以下单元组成:

- 原料气压缩,当原料气压力低的情况
- 脱 CO₂, 主要是洗涤工艺和干燥工艺,或吸附器的干燥脱水工艺 (CO₂ 和 H₂O 会在下游液化工艺中冻结, 堵塞设备)
- 天然气液化
- LNG 液化天然气储存
- LNG 装车站
- LNG 计量站

还包括以下公用工程:

- 混合制冷剂回路的补充和蒸发气处理系统
- 带余热回收的燃气透平, 余热回收用于导热油的加热
- 其他公用工程

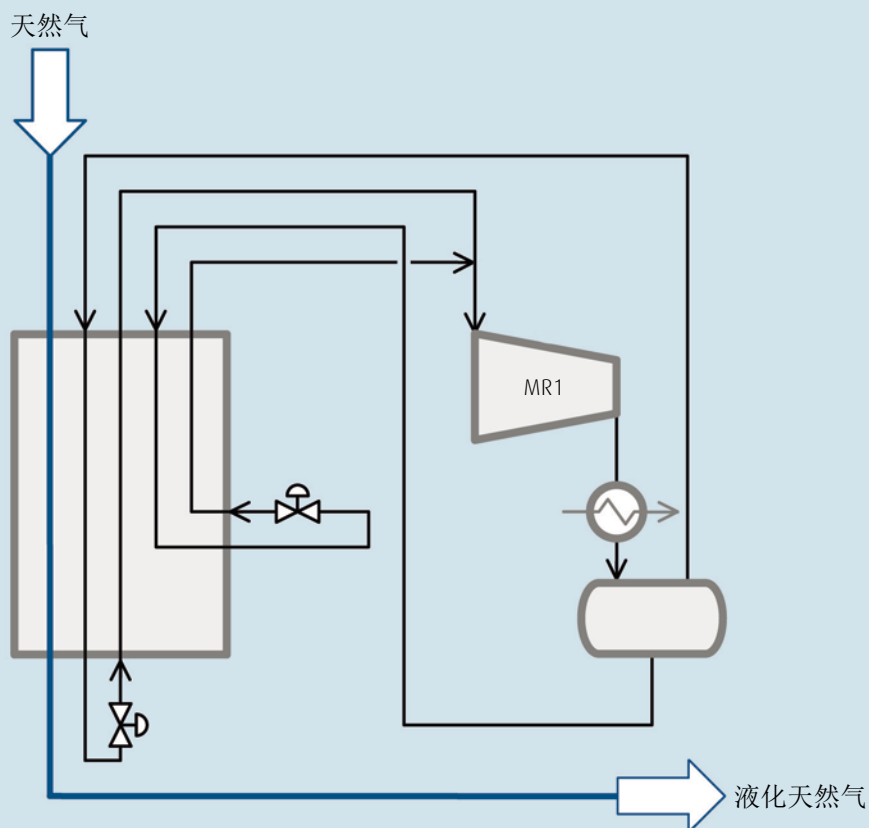


基本单级混合物制冷剂工艺.

基本单级混合制冷剂工艺包括:

- 在冷箱中的一台板式换热器, 天然气通过单级混合制冷剂循环冷却 LNG 的温度.
- 在一个分离罐中, 液相混合制冷剂被分离出, 通过 J-T 阀 (Joule-Thompson 阀) 的膨胀, 液相混合制冷剂和气相混合制冷剂分别提供天然气预冷和液化所需的冷量.
- 经过冷凝, 在换热器底部 J-T 阀膨胀后, 提供 LNG 过冷所需的冷量.
- 在涡轮压缩机中对换热器来的循环气流进行再压缩.
- 通过空冷或水冷对压缩循环气进行冷却.

基本单级混合制冷剂工艺主要针对产能小于 500,000 吨每年的 LNG 装置



LNG 装置, Kollenes, 挪威.

液化产能 40,000 tpa
 客户 Naturgass Vest, 现 Gasnor
 开车 2003

液化天然气通过槽车和小型液化天然气运输船配送到卫星站. 本项目的一个创新特征是液化天然气作为挪威海湾渡轮的燃料.

用液化天然气替代柴油有很多好处. 发动机排放的尾气比较干净, 没有固体颗粒. 氮氧化合物和二氧化碳的排放也减少. 发动机的噪音减少使渡轮的噪音等级下降.



LNG 装置, Kwinana, 澳大利亚.

液化产能 62,500 tpa
 客户 Westfarmers Gas Limited
 开车 2008

天然气来源于管道并在液化装置被液化, 由槽车运送到不同的客户, 比如调峰电厂, 在调峰电厂液化天然气作为更环保的燃料替代了柴油和其他燃料.

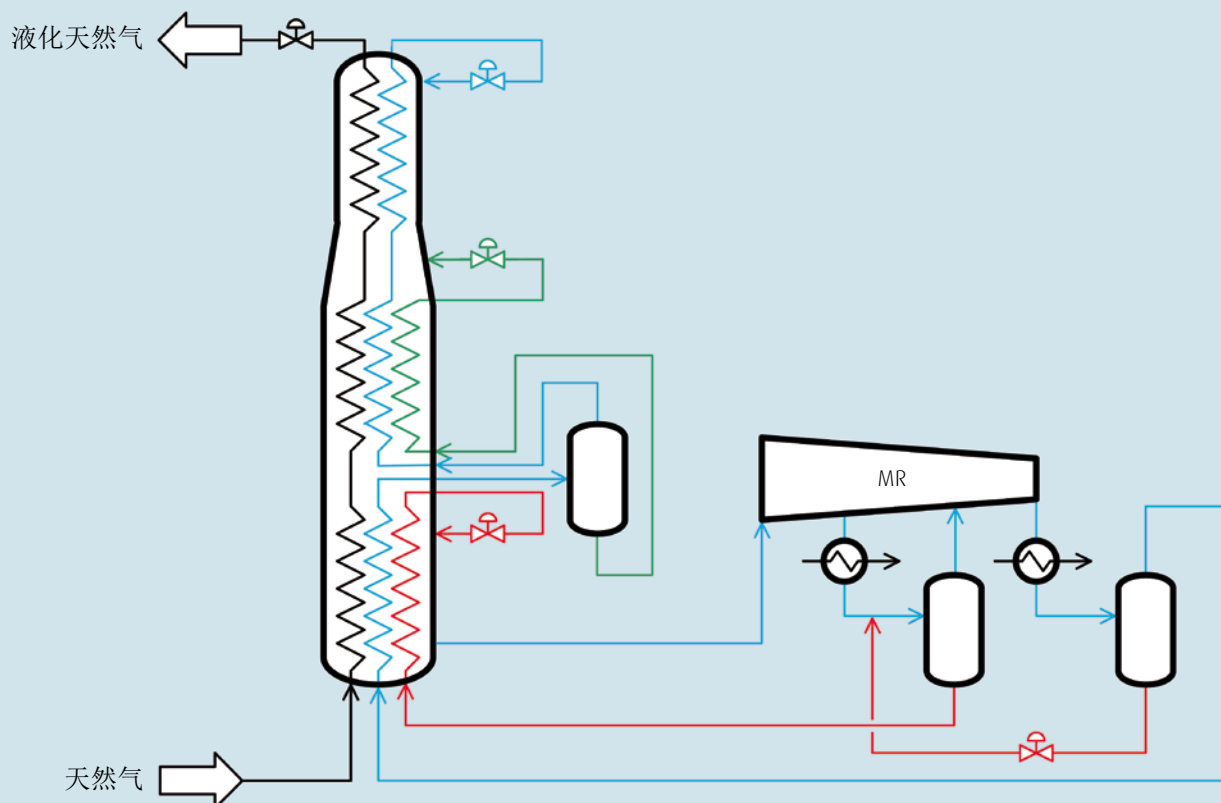


LIMUM[®] (林德多级混合制冷剂) 工艺.

The LIMUM[®]工艺包括:

- 一个绕管式换热器, 通过不同组份的独立混合制冷剂回路提供天然气预冷, 液化和过冷.
- 一个中压制冷剂分离器, 其液相通过 J-T 阀节流膨胀, 进入绕管式换热器下段, 提供预冷的冷量.
- 一个高压制冷剂分离器, 其气相在绕管式换热器的较低段被冷却或部分冷凝.
- 一个低温制冷剂分离器, 其液相在 J-T 膨胀后被用来提供天然气液化的冷量, 其气相在绕管式换热器上段经冷凝和 J-T 膨胀后被用来提供过冷的冷量.
- 该混合制冷剂回路物流从绕管式换热器底部出来, 通过两级压缩机压缩, 由空气或水进行中冷和后冷.

改进的单级混合制冷剂工艺主要针对产能在 200,000 到 1,000,000 吨每年的 LNG 装置



LNG 装置, 鄯善和吉木乃, 中国.

液化产能 430,000 tpa
客户 新疆广汇, 鄯善
开车 2004

液化产能 430,000 tpa
客户 新疆广汇, 吉木乃
开车 2011

两个 LNG 装置都具有灵活性高和性能稳定的优势. 在吉木乃装置中, 一个氮气脱除塔被集合在液化工艺中, 这是吉木乃装置的一个特殊设计, 对于富氮的原料气, 这是一个非常经济的设计概念. 液化天然气通过槽车配送到大量的卫星站, 其中一些卫星站距离 LNG 装置

4,000km 以上. 该 LNG 方案开创了新的天然气市场, 并较大改善了我国紧张的能源供应形势.



LNG 装置, Stavanger, 挪威.

液化产能 300,000 tpa
客户 Lyse Gass AS
开车 2010

基于较高的原料气压力和林德的专利工艺 LIMUM®, 此装置能效非常出色. 此装置为当地工业提供 LNG, 同时也为林德气体的下属公司 AGA 提供 LNG. 配送给 AGA 的 LNG 首先用船运送到位于瑞典 Nynäshamn 的接收站, 此接收站也是由林德工程设计建造的, 然后再为附近的炼油厂和当地的工业客户提供 LNG.



MFC[®] (混合制冷剂级联) 工艺.

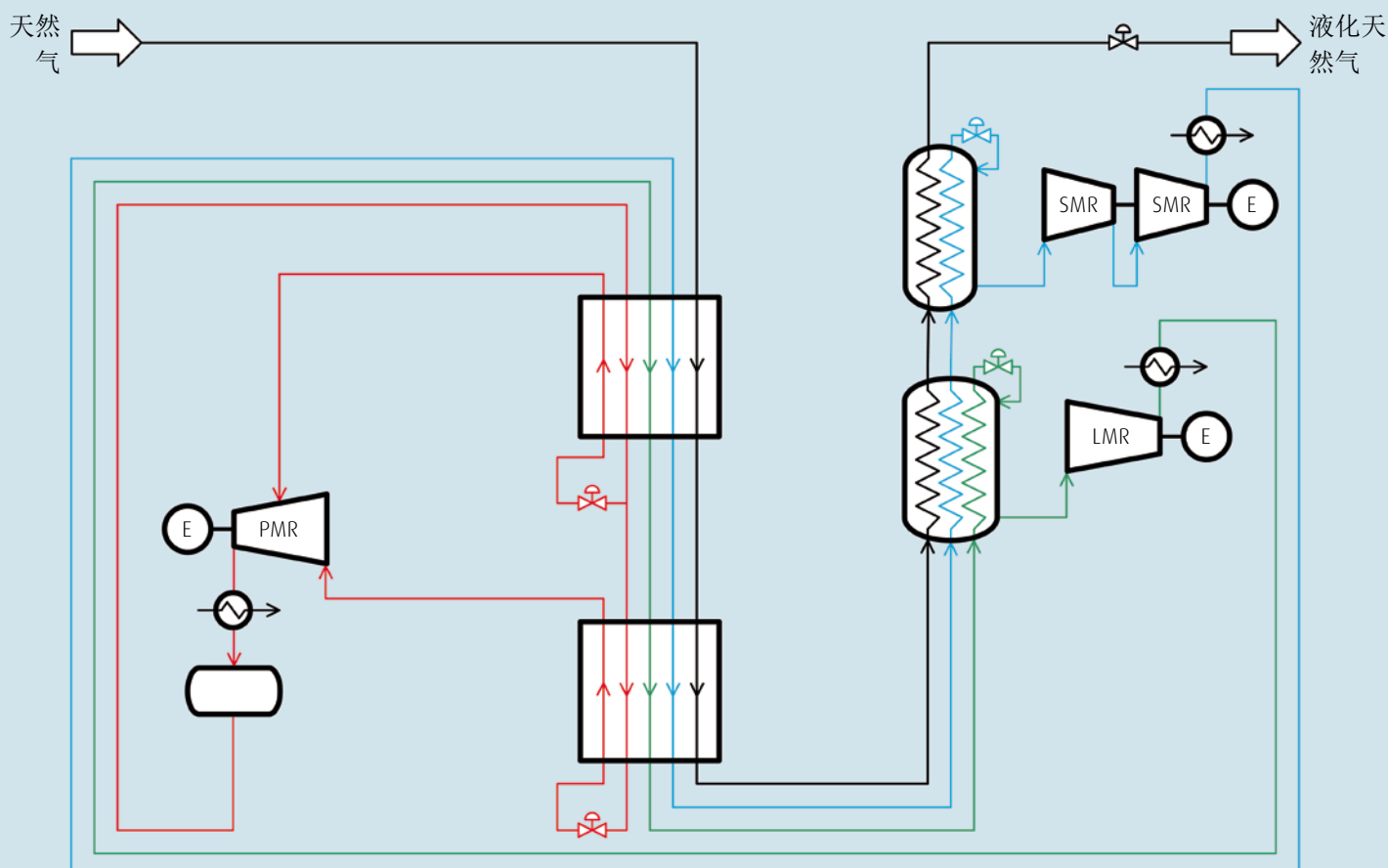
The MFC[®] 工艺由于采用了低能耗的三个混合制冷剂回路压缩机, 而使工艺具有较高的效率.

工艺包括:

- 板翅式换热器提供天然气预冷.
- 绕管式换热器提供天然气液化和过冷.
- 三个独立的混合制冷剂回路, 每一个采用不同的组分, 导致压缩机轴功率最小化.
- 三个透平压缩机.

单条生产线产能可高达 12,000,000 tpa.

MFC[®] (混合制冷剂级联) 工艺适用于产能在 3 - 12 mtpa LNG 装置





LNG 装置, Hammerfest, 挪威.

液化产能	4,300,000 tpa
客户	Statoil
开车	2007

这是欧洲第一座也是世界上最北的基本负荷型液化天然气装置. 混合制冷剂级联工艺以及现场较低的冷却水温度是该工厂能耗特别低的原因.

该液化天然气项目有另一个特征是: 整个LNG装置在欧洲的各个船坞预装, 然后通过重型吊装船运到现场. 整个工艺装置在船坞的驳船上安装完成, 由重型吊装船运输, 最终运送到现场并整体停靠在预先准备好的码头.

绕管式换热器.

由于可用材料不受限制, 使得绕管式换热器被广泛应用于冷段和热段. 绕管式换热器是大型基本负荷液化天然气工厂的核心设备.

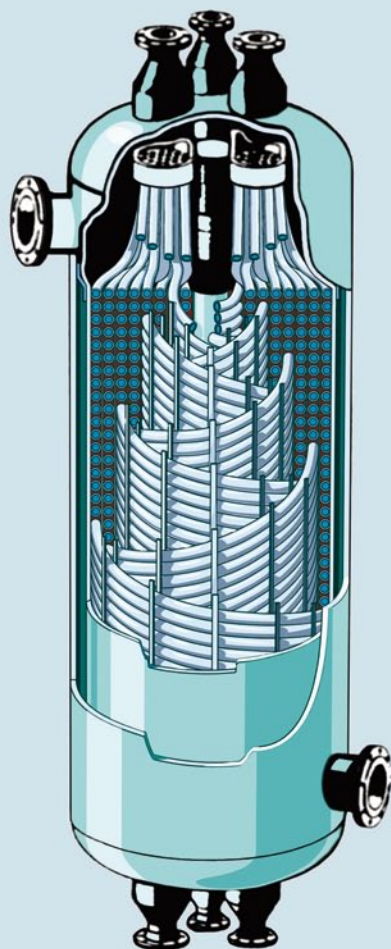
林德工程的自有生产车间拥有大量绕管式换热器设计和制造的参考业绩.

优势:

- 提供巨大的换热面积.
- 由于其坚固耐用的设计而具有较大的抗热冲击的能力.

在林德生产车间生产的绕管式换热器





绕管式换热器的图解

绕管式换热器是大型基本负荷型液化天然气装置的核心设备.

板翅式换热器.

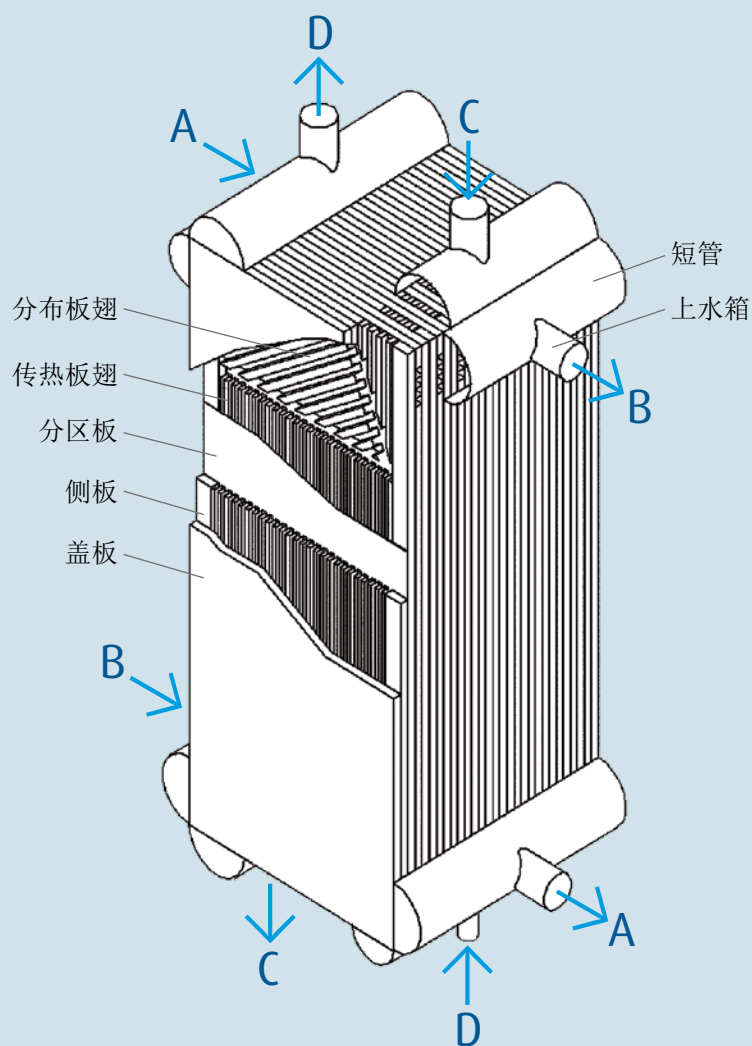
真空焊接铝制板翅式换热器是许多低温工艺装置的关键设备, 是小型液化天然气装置首选换热器.

优势:

- 结构紧凑, 节省安装空间和成本
- 单个单元能处理多股工艺物流, 避免不同单元间昂贵的连接管道
- 设备重量轻

在林德生产车间装配的铝制板翅式换热器





铝制板翅式换热器示意图

真空焊接铝制板翅式换热器是许多低温工艺工厂的关键设备, 是小型液化天然气工厂首选换热器.

工艺设计 - 装置施工.

林德工程不断开发大量的工艺设计专有技术, 通过发展改进, 并应用到交钥匙总包项目的设计, 管理和施工中.

产品的范围包括:

- 石化装置
- 天然气工艺
- 合成气装置
- 氢气装置
- 气体处理装置
- 吸附装置
- 空气分离装置
- 低温装置
- 生物技术装置
- 用于石化装置和炼油厂的炉子

林德公司及其附属公司制造:

- 成套单元, 冷箱
- 绕管式换热器
- 板翅式换热器
- 低温标准储罐
- 空气加热蒸发器
- 螺旋焊接铝管

在世界范围超过 3,800 套的成功装置证明了林德工程在国际工程施工中的领导地位.

Engineering Division

Schalchen Plant
Tacherting, Germany
Phone +49.8621.85-0
Fax +49.8621.85-6620
plantcomponents@linde-le.com

Linde Engineering Dresden GmbH

Dresden, Germany
Phone +49.351.250-30
Fax +49.351.250-4800
ledd.dresden@linde-le.com

SELAS-LINDE GmbH

Pullach, Germany
Phone +49.89.7447-470
Fax +49.89.7447-4717
selas-linde@linde-le.com

Cryostar SAS

Hésingue, France
Phone +33.389.70-2727
Fax +33.389.70-2777
info@cryostar.com

Linde CryoPlants Ltd.

Aldershot, Great Britain
Phone +44.1.252.3313-51
Fax +44.1.252.3430-62
info@linde-lcl.com

Linde Impianti Italia S.p.A.

Rome, Italy
Phone +39.066.5613-1
Fax +39.066.5613-200
m.margheri@lindeimpianti.it

Linde Kryotechnik AG

Pfungen, Switzerland
Phone +41.52.3040-555
Fax +41.52.3040-550
info@linde-kryotechnik.ch

Bertrams Heatec AG

Pratteln, Switzerland
Phone +41.61.467-7525
Fax +41.61.467-7500
ulrich.schlathoelter@linde-le.com

CRYO AB

Gothenburg, Sweden
Phone +46.3164-6800
Fax +46.3164-2220
lars.persson@cryo.aga.com

Linde Process Plants, Inc.

Tulsa, OK, U.S.A.
Phone +1.918.4771-200
Fax +1.918.4771-100
sales@lppusa.com

Selas Fluid Processing Corp.

Blue Bell, PA, U.S.A.
Phone +1.610.834-0300
Fax +1.610.834-0473
sales@selasfluid.com

Linde Engenharia do Brasil Ltda.

Rio de Janeiro, Brazil
Phone +55.21.3545-2255
Fax +55.21.3545-2257
jaime.basurto@linde.com

Linde Process Plants (Pty.) Ltd.

Johannesburg, South Africa
Phone +27.11.490-0513
Fax +27.11.490-0412
linde.za@linde-le.com

Linde Engineering Dresden GmbH

Moscow office, Russia
Phone +7.495.987-1223
Fax +7.795.987-1224
ledd.moskau@linde-le.com

Linde Arabian Contracting Co. Ltd.

Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia
Phone +966.1.419-1193
Fax +966.1.419-1384
jochen.nippel@linde-le.com

Linde Arabian Contracting Co. Ltd.

Al-Khobar, Kingdom of Saudi Arabia
Phone +966.3.887-1191
Fax +966.3.887-0133
klaus.libal@linde-le.com

Linde Engineering Middle East LLC

Abu Dhabi, United Arab Emirates
Phone +971.2.6981-400
Fax +971.2.6981-499
leme@linde.com

Linde Engineering India Pvt. Ltd.

Vadodara, Gujarat, India
Phone +91.265.3056-789
Fax +91.265.2461-757
sales@linde-le.com

Linde Engineering Far East, Ltd.

Seoul, South Korea
Phone +82.2789-6697
Fax +82.2789-6698
hanyong.lee@linde.com

Linde Engineering Division

Bangkok, Thailand
Phone +66.2751-9200
Fax +66.2751-9201
anuwat.krongkrachang@linde.com

Linde Engineering Co. Ltd.

Dalian, P.R. of China
Phone +86.411.3953-8819
Fax +86.411.3953-8899
info@lindeLED.com

Linde Engineering Co. Ltd.

Hangzhou, P.R. of China
Phone +86.571.87858-222
Fax +86.571.87858-200
info@lindeLEH.com

Linde Engineering Division

Beijing Representative Office
Beijing, P.R. of China
Phone +86.10.6437-7014
Fax +86.10.6437-6718
info@linde-lecn.com

Linde Engineering Taiwan Ltd.

Taipei, Taiwan
Phone +886.2.2786-3131
Fax +886.2.2652-5871
tso.ming.hsieh@linde-le.com

林德集团

林德工程, 总部, Dr.-Carl-von-Linde-Strasse 6-14, 82049 Pullach, 德国

电话 +49.89.7445-0, 传真 +49.89.7445-4908, 邮箱: info@linde-le.com, www.linde-engineering.com