



天成碳一化工

焦炉气制 LNG

技术方案

报价单位：成都天成碳一化工有限公司
联系人：郝伟 13348856477、梁恩元 13708099017
地址：成都市武侯科技园武科东二路 11 号
邮编：610045
电话：028-85374116、85368433
传真：028-85363643
网址：[http:// www.cdtcc.cn](http://www.cdtcc.cn)
电子邮箱：tc@cdtcc.cn

先进的技术 可靠的设计 周到的服务

目 录

1. 项目概述.....	1
2. 工艺原理及工艺技术.....	6
3. 原辅材料及公用工程.....	9
4. 环境保护.....	9
5. 装置组成和布置.....	11
6. 装置定员及进度.....	12
7. 投资估算.....	13
8. 成产成本.....	14

天成碳一化工

1. 项目概述

焦煤炼焦过程中产生的荒煤气，经过回收化产和净化后称净煤气，净煤气部分回焦化厂自用，剩余部分称为剩余煤气，通常叫焦炉煤气。2008 年全国焦炭生产量为 2.8 亿 t，其中独立焦化厂产量占 65%，机焦产量达 95%以上。据估算，独立焦化厂每年可供应的剩余煤气量为 280 亿 Nm³，但这些剩余煤气大部分没有得到有效利用，焦炉煤气的综合利用迫在眉睫。

如何合理有效利用剩余的煤气是非钢铁企业焦化厂面临的一个十分严峻的问题，如果将如此大量的焦炉煤气排放到空中，必将造成大气的严重污染，而且浪费宝贵的化工资源。焦炉煤气既可以作燃料，如城市煤气民用、工艺煤气发电，又可作化工原料，如生产合成氨、甲醇、二甲醚和提氢等。如果用来发电，上网费用高，利润薄；焦炉煤气制合成氨、尿素，虽有一定经济效益，但投资大，随着国家对化肥优惠政策的逐步取消，其经济效益必将受到影响，整体抗风险能力差。焦炉煤气还可以转化为甲烷，作为民用燃气、CNG 或制 LNG。

1.1 产品性质及市场状况

LNG (Liquefied Natural Gas)，即液化天然气的英文缩写。天然气是在气田中自然开采出来的可燃气体，主要成分由甲烷组成。LNG 是通过在常压下气态的天然气冷却至-162℃，使之凝结成液体。天然气液化后可以大大节约储运空间和成本，而且具有热值大、性能高等特点。

LNG 是一种清洁、高效的能源。由于进口 LNG 有助于能源消费国实现能源供应多元化、保障能源安全，而出口 LNG 有助于天然气生产国有效开发天然气资源、增加外汇收入、促进国民经济发展，因而 LNG 贸易正成为全球能源市场的新热点。

天然气作为清洁能源越来越受到青睐，很多国家都将 LNG 列为首选燃料，天然气在能源供应中的比例迅速增加。液化天然气正以每年约 12% 的高速增长，成为全球增长最迅猛的能源行业之一。近年来全球 LNG 的生产和贸易日趋活跃，LNG 已成为稀缺清洁资源，正在成为世界油气工业新的热点。为保证能源供应多元化和改善能源消费结构，一些能源消费大国越来越重视 LNG 的引进，日本、韩国、美国、欧洲都在大规模兴建 LNG 接收站。国际大石油公司也纷纷将其新的利润增长点转向 LNG 业务，LNG 将成为石油之后下一个全球争夺的热门能源商品。

中国天然气利用极为不平衡，天然气在中国能源中的比重很小。从中国的天

然气发展形势来看，天然气资源有限，天然气产量远远小于需求，供需缺口越来越大。尽管还没有形成规模，但是 LNG 的特点决定 LNG 发展非常迅速。可以预见，在未来 10-20 年的时间内，LNG 将成为中国天然气市场的主力军。2007 年中国进口 291 万吨 LNG，2007 年进口量是 2006 年进口量的 3 倍多。2008 年 1-12 月，中国液化天然气进口总量为 3,336,405 吨。

在中国经济持续快速发展的同时，为保障经济的能源动力却极度紧缺。中国的能源结构以煤炭为主，石油、天然气只占到很小的比例，远远低于世界平均水平。随着国家对能源需求的不断增长，引进 LNG 将对优化中国的能源结构，有效解决能源供应安全、生态环境保护的双重问题，实现经济和社会的可持续发展发挥重要作用。

中国对 LNG 产业的发展越来越重视，中国正在规划和实施的沿海 LNG 项目有：广东、福建、浙江、上海、江苏、山东、辽宁等，这些项目将最终构成一个沿海 LNG 接收站与输送管网。

按照中国的 LNG 使用计划，2010 年国内生产能力将达到 900 亿立方米，而 2020 年为 2400 亿立方米。而在进口天然气方面，发改委预计到 2020 年，中国要进口 350 亿立方米，相当于 2500 万吨/年，是广东省接收站的总量的 7 倍。

LNG 是典型的细分市场产品，由于便于运输，热值高，清洁纯净，使用方便，便于储存，将在未来的燃气市场上占据越来越重的位置。特别是随着今后运输天然气价格调整，LNG 将会拥有更加光明的前景，其需求的增长将呈爆炸式的增长，而且在短期内将没有替代品。可作为：

①城市供气主气源：

通过非管道运输可以将 LNG 运输到没有天然气管网的远方城市，作为这些城市的主气源。

②城市调峰气源和备用气源：

LNG 调峰供气与使用原有的调峰供气方式相比，具有储存方式灵活，机动性好，而且储存占地少，工期短，维修方便，因此，城市调峰气源规模将会越来越大，而且为防止运输供气中断，备用气源的建设也更为重要。

③卫星城镇和乡村供气：

大中城市的卫星城镇由于运输气源和运输管道建设，输气管道不经济，甚至没有可能性。由于 LNG 运输灵活存放高效，容器单位储存量大，使用时间长，特别适合于中小区和偏远村镇使用，具有建设改造价值，存放快，方式灵活，价格平稳，是非常适宜的局部地区供气方式。

④工厂备用燃料气源:

由于 LNG 储备方便,而且热值高,特别便于工业上应急补充和存储,因此,作为工厂备用燃料气源,具有基础建设投资低,存储灵活,使用方便,同时便于采购和供应。

⑤清洁车用燃料:

与汽油,柴油,LPG 相比,LNG 具有燃值高,抗爆性好,价格低,一次充装量大,行驶里程长,尾气污染小的优点,作为优质的清洁燃料,随着国家清洁汽车行动步伐的加快,LNG 在气与燃料中的地位将会越来越重要。

⑥移动气源:

作为野外生活,水上生活的用途,LNG 由于携带方便安全,而且使用方便,也将有更大市场。

综上所述,本项目通过剩余焦炉煤气生产 LNG,既有效解决了焦炉尾气的排放问题,又具有十分可观的经济效益和社会效益。

成都天成碳一化工有限公司长期从事研究焦炉煤气净化、转化及甲醇合成等技术,对焦炉煤气的净化及下游产品开发有相对成熟的技术,可长期为业主提供煤气深度净化、下游产品开发等的工艺设计。

1.2 原料焦炉煤气指标

本方案原料焦炉煤气指标根据常规情况拟定,如下表:

表 1-1 原料气指标

名称	指标
H ₂	59.9%
CH ₄	26.22%
CO	7.3%
CO ₂	2.7%
C _m H _n	2.5%
O ₂	0.5%
N ₂	0.88%
H ₂ S	200mg/Nm ³
有机硫	300mg/Nm ³
NH ₃	50mg/Nm ³
HCN	300mg/Nm ³
萘	300mg/Nm ³
焦油+尘	100mg/Nm ³
压力	~5kPa
温度	~30℃
流量	30000Nm ³ /h

1.3 装置规模

根据原料焦炉煤气组成情况，本方案装置规模如下：

焦炉煤气处理规模：30000Nm³/h

LNG 产量：11000Nm³/h

副产 H₂：5500Nm³/h

年操作时间 8000 小时

1.4 产品规格

1.4.1 LNG 产品规格

表 1-2 LNG 产品规格

序号	名称	指标(Vol%)
1	CH ₄	93%
2	C ₂ H ₆	5.6%
3	C ₃ H ₈	1.4%
4	N ₂	0.02%
6	流量	11000Nm ³ /h
7	温度	-164℃
8	压力	常压

1.4.2 副产氢气规格

表 1-3 副产品 H₂ 产品规格

序号	名称	指标(Vol%)
1	H ₂	≥99.9%
4	CO	≤20ppm
4	CO ₂	≤20ppm
2	CH ₄ + N ₂	≤0.1%
3	O ₂	≤5ppm
6	流量	5500Nm ³ /h
7	温度	≤40℃
8	压力	1.0MpaG

1.5 装置投资与效益评价

表 1-4 投资效益评价表

焦炉气处理规模	LNG 产量	副产 H ₂	装置投资	LNG 生产成本
30000Nm ³ /h	11000Nm ³ /h	5500Nm ³ /h	1.9 亿元	1.34 元/Nm ³

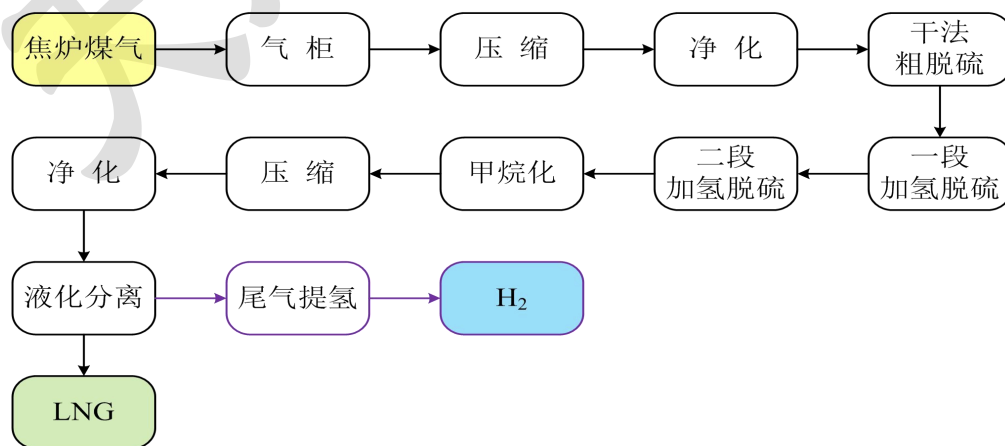
2. 工艺原理及工艺技术

2.1 工艺技术

来自焦化厂经过预净化处理的焦炉气，仍然含有部分焦油、苯、萘、硫化物（H₂S、噻吩、硫醚、硫醇、COS 和 CS₂）等，这些杂质的存在会对甲烷化催化剂的正常运行产生严重的影响，不仅会降低催化剂的活性，缩短使用寿命，影响产品质量，同时还会造成设备腐蚀以及管道堵塞。净化后焦炉煤气中含有大量的 H₂ 及少量 CO、CO₂，可通过甲烷化反应将其转化为 CH₄ 以提高产品产量。甲烷化后的半产品气中仍含有较多 H₂，可在液化的同时进行分离，从而得到产品 LNG。

2.2 工艺流程

原料焦炉煤气首先进入气柜缓冲，经焦炉煤气压缩机初步加压，然后采用 TSA 变温吸附工艺进行脱萘脱苯，再通过除油、脱 H₂S 等预净化处理后返回压缩机继续加压至约 2.1Mpa（G）后预热，脱氯后，在 350~400℃ 温度下，经过两段加氢转化，将有机硫转化无机硫，并配套两段精脱硫后，进入甲烷化工序，将大部分 CO、CO₂ 与氢气经过甲烷化后反应生成甲烷，并副产蒸汽。最终甲烷化后的混合产品气体，经过变温吸附装置 TSA 除去游离水，并经过分子筛脱除残余 CO₂ 后进入低温液化工序，在制取 LNG 的同时，实现氢气的回收，并对氢气进行精制提纯处理，副产纯氢。



焦炉煤气制 LNG 流程框图

2.3 工艺设备

本装置非标设备均为碳钢或不锈钢（少量），无特殊材质。非标及定型设备均可国内加工、采购，无须进口。

表 2-1 焦炉煤气制 LNG 主要设备简表

序号	设备名称	技术规格	单位	数量	备注
一、预净化工序设备表					
(1) 非标设备					
1	脱萘器		台	4	
2	脱苯器		台	4	
3	常温氧化铁脱硫塔		台	3	
4	中温脱硫塔		台	3	
5	精脱硫塔		台	2	
6	铁钼预加氢塔		台	2	
7	一级铁钼加氢塔		台	1	
8	二级铁钼加氢塔			1	
9	换热器		台	8	
10	二硫化碳槽		台	1	
	小计		台	29	
(2) 定型设备					
10	加热炉		台	1	
11	焦炉气压缩机		台	2	
	小计		台	3	
二、甲烷化工序设备表					
(1) 非标设备					
1	甲烷化反应器		台	3	
2	换热器		台	3	
3	废热锅炉		台	1	
4	合成汽包		台	1	
5	水分离器		台	1	
	小计		台	9	
(2) 定型设备					
6	锅炉给水泵		台	2	
7	锅水循环泵		台	3	
	小计		台	5	
三、液化分离工序设备表					
(1) 非标设备					
1	TSA吸附塔		台	6	
2	冷却冷凝器		台	2	
3	预冷器		台	1	
4	换热器		台	5	
5	气液分离器		台	3	
6	混合冷剂低压平衡罐		台	1	
7	氮气加热器		台	1	
8	氮气缓冲罐		台	1	
9	丙烷储罐		台	1	
10	丙烷干燥器		台	1	

序号	设备名称	技术规格	单位	数量	备注
	小计		台	22	
(2) 定型设备					
11	冷箱		套	1	
12	混合冷剂压缩机		套	1	
13	冷剂泵		台	2	
14	预冷机		台	1	
15	乙烯储罐		台	1	
16	乙烯空温器		台	1	
17	冷剂补充泵		台	1	
	小计			8	
四、罐区设备表					
1	LNG贮槽	5000m ³	个	1	普通粉末绝热子母贮槽
2	液化甲烷装车系统		套	1	
3	紧急放散空温器		台	1	

3. 原辅材料及公用工程

3.1 原料气

本方案原料焦炉煤气拟定指标见表 1-1，年处理量约 2.4 亿 Nm³。

3.2 辅助材料

本项目辅助材料有：脱硫剂、除油剂、吸附剂、加氢催化剂、甲烷化催化剂等，均可在国内采购。

3.3 公用工程

表 3-2 以 11000Nm³/h LNG 装置为例
公用工程主要消耗表

序号	名称	规格	单位	小时耗量	年耗量	备注
1	新鲜水	0.4Mpa, 30℃	t	15	1.20×10 ⁵	
2	循环水	0.4Mpa, 30℃	t	2200	1.76×10 ⁷	
3	锅炉给水	0.4Mpa, 30℃	t	15	1.20×10 ⁵	
4	电	220/380V/10KV, 50Hz	KWh	13200	1.06×10 ⁸	
5	蒸汽	2.5/1.0Mpa 饱和	t	-15	-1.2×10 ⁵	甲烷化副产
6	仪表空气	0.6Mpa, 无油、无尘	Nm ³	200	1.6×10 ⁶	

4. 环境保护

本工艺流程“三废”少，经处理后对环境卫生不造成影响。

4.1 废气

本装置废气为PSA提氢解吸气，主要成份为CO₂、CH₄和H₂，正常排放量~2300Nm³/h，可送锅炉燃烧后排放。

4.2 废水

本装置吸油器及 TSA 吸附器再生时会产生少量废水，送污水处理装置处理后达标排放。

4.3 废渣

本装置废渣为定期更换的废脱硫剂、废吸油、废吸附剂、废催化剂等。平均约 350t/a，可填埋处理或送相关厂家回收，不产生二次污染。

4.4 噪声

噪声主要为机泵噪声和放空噪声，机泵选用低噪声电机，放空管加消声器，另进行隔音处理。

采用以上处理措施后，本装置“三废”均可达标排放，预计对周围环境影响很小。

5. 装置组成和布置

5.1 装置组成

本装置由如下单元组成：

100#气柜

200#压缩工序

300#净化工序

400#甲烷化工序

500#液化分离工序

600# LNG 贮罐区

700# PSA 提氢工序

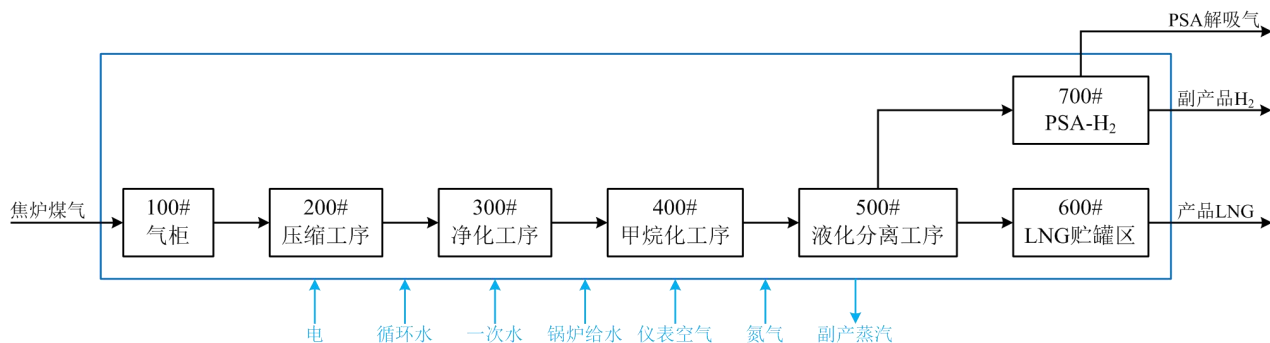


图 5-1 装置组成

5.2 装置占地

主装置及罐区占地面积约 5800m²（不包括公用工程、道路及广场占地）。

6. 装置定员及进度

6.1 装置定员

表 6-1 以 11000Nm³/h LNG 装置为例

装置定员表

序号	岗位	班次	每班人数	白班人数	小计
1	管理人员	1		1	1
2	技术人员	1		3	3
3	压缩工段	4	2		8
4	脱硫净化工段	4	3		12
5	甲烷化工段	4	2		8
6	液化分离工段	4	2		8
7	罐区及灌装	4	1	1	5
8	冷冻站、软水站、氮气站	4	2		8
9	分析化验	4	2	1	9
10	循环水站	4	1		4
11	变配电站	4	1		4
12	维修	4	2	1	9
	合计				79

6.2 项目实施进度

表 6-2 项目实施进度表

序号	项目名称	12 个月									
		1	2	4	6	7	8	9	10	11	12
1	可研编制及评估	→									
2	合同签订	★									
3	施工图设计	→	→								
4	设备制造及交付			→	→	→	→				
5	土建工程			→	→	→	→				
6	安装工程						→	→	→		
7	机械竣工								→		
8	预试车									→	
9	投料试车										→
10	考核验收										→

注：→ 进度由供方控制；-----→ 进度由需方控制。

7. 投资估算

以 11000Nm³/h LNG 装置为例，预计装置总投资约 1.9 亿元。

8. 成产成本

以 11000Nm³/h LNG 装置为例，生产成本估算：

装置定员 79 人，人均工资按 4 万元/人·年计。

原料焦炉煤气按 0.35 元/Nm³ 计，产品 LNG 生产成本约 1.34 元/m³。

9. 公司简介

成都天成碳一化工有限公司（CDTCC）成立于2004年，注册资金500万元，主要从事天然气化工、煤化工等碳一化工，以及工业尾气净化与回收利用等领域的研究开发及工程承包（EP、EP+CM模式）。是集技术研究开发、工程设计实施、专用品生产为一体的综合性企业。

公司致力于化工新技术的研究开发和技术创新。公司在合成甲醇、二甲醚、羰基合成、尾气净化利用、制氢技术以及多种有机化工产品方面开发了具有自主知识产权和具有明显技术优势的技术成果。公司研究开发的羰基合成甲酸甲酯技术，于2006年江苏新亚化工建成了3万吨/年工业装置，至今运行正常，各项技术指标都达到和优于国际先进水平，解决了我国几十年几次国家技术攻关而未解决的技术难题，填补了我国在这方面的技术空白。在此基础上又开发了甲酸甲酯制甲酸技术，在山东鲁西化工建成世界最大规模10万吨/年甲酸生产装置，该装置于2012年5月顺利投产达标，结束了我国甲酸生产技术全靠进口的历史。公司开发的反应-精馏一体化甲醇气相脱水合成二甲醚技术流程短、能耗低、产品质量高，获得了二项国家专利成果（ZL200710050988.2，ZL200620034316.3），为目前国内外能耗最低的二甲醚生产技术；现已在国内建设1~20万吨/年生产装置近30套。

近年来，针对国家节能减排战略，结合我公司在碳一化工方面的优势，志力开展尾气净化利用方面的研究和开发，先后承担了焦炉煤气制甲醇；沼气制CNG；电石气尾、黄磷尾气、碳化硅尾气制甲酸钠、制甲醇；石灰窑尾气、烟道气、沼气制CNG尾气提CO₂等工程项目，完成了多套含CO₂气制液体CO₂工程项目。公司已完成了上百项工程设计项目，扎根国内几十家企业。公司主要技术人员主持完成的研究项目曾获得省部级二等奖四项，三等奖三项。项目遍及化工、化肥、冶金、石油化工、食品、煤炭、航空等行业。公司生产的催化剂、脱硫剂、吸附剂等产品畅销全国。

公司以不断开发新技术、新产品为目标，坚持“先进可靠，服务周到”的宗旨，以“科学的态度、严谨的作风”竭诚为广大用户提供先进的技术成果，优质可靠的成套装置和产品，周到的技术服务！

先进技术成果

- ◆ 一氧化碳羰基合成甲酸甲酯和 DMF 技术



- ◆ 一氧化碳、二甲胺一步法或二步法合成 DMF 技术
- ◆ 甲醇、氨生产甲胺技术
- ◆ 甲醇脱氢制甲酸甲酯技术
- ◆ 甲酸甲酯胺化生产甲酰胺、二甲基甲酰胺、N-甲基甲酰胺
- ◆ 铁钼法甲醇制高浓度甲醛生产技术
- ◆ 甲醇气相脱水制二甲醚技术
- ◆ 合成气制二甲醚技术
- ◆ 合成气低压合成甲醇技术
- ◆ 甲醇、二甲醚制汽油、烯烃技术
- ◆ 糠醛制四氢呋喃技术
- ◆ 焦炉煤气制甲醇、LNG 技术
- ◆ 黄磷尾气、电石尾气、沼气净化及制甲醇、合成氨等
- ◆ 石灰窑尾气、烟道气、水泥尾气提纯 CO₂ 及制液体 CO₂ 技术
- ◆ 酒精发酵气、合成氨脱碳释放气、气田气等制液体 CO₂ 技术

成套技术及装置

- ◆ 制氢系列
- ◆ 甲醇蒸汽转化制氢技术及装置
- ◆ 天然气转化制氢技术及装置
- ◆ 煤造气制氢气技术及装置
- ◆ 氨催化分解制氢气
- ◆ 甲醇分解制取一氧化碳和氢气
- ◆ 甲醇转化生产还原保护气
- ◆ 变压吸附气体分离技术及装置
- ◆ 各种气源的脱硫净化技术及装置

公司主要产品

1、TC-10X系列常温氧化铁脱硫剂；TC-20X系列羰基硫水解催化剂；TCT-10X特种活性炭系列脱硫剂；TCT-301氧化锌脱砷剂；TCT-72X系列宽温铁锰脱硫剂。

2、二甲醚合成催化剂；甲醇裂解制氢催化剂；氨裂解制氢催化剂；天然气蒸汽转化催化剂及甲烷化催化剂；甲醛催化剂；

各种规格、型号的变压吸附专用吸附剂；各种规格的变压吸附专用程控阀等。



技术服务

- (1) 为业主培训操作和分析技术骨干；
- (2) 负责装置安装、试车、考核验收的技术指导；
- (3) 为业主提供项目申报、审批、验收等所需相关基础资料；
- (4) 向业主解释设计文件；
- (5) 负责装置的催化剂、吸附剂等装填指导；
- (6) 装置验收后，长期向业主提供技术咨询等技术服务；
- (7) 保证长期、及时地向业主优惠提供本装置所需的催化剂和吸附剂；
- (8) 保证长期向业主提供价格优惠的备品配件；
- (9) 保证接到本装置投诉后 8 小时内做出答复，需到现场服务的，24 小时内到达现场。