



甲酸装置

技术方案

报价单位：成都天成碳一化工有限公司

联系人：梁恩元

地址：成都市武侯科技园武科东二路 11 号

邮编：610045

电话：028-85374116 13708099017

传真：028-85363643

网址：[http:// www.cdtcc.cn](http://www.cdtcc.cn)

电子邮箱：tc@cdtcc.cn

目 录

1. 概述.....	1
1.1 甲酸的性质.....	1
1.2 甲酸的用途.....	1
2. 甲酸生产工艺技术简介.....	2
2.1 甲酸甲酯合成工艺原理.....	2
2.2 甲酸生产工艺原理.....	3
3. 产品质量及装置规模.....	3
3.1 装置生产规模.....	3
3.2 产品规格.....	3
3.3 产品的质量标准的.....	3
4. 原辅材料及公用工程.....	4
4.1 原料.....	4
4.2 公用工程条件.....	5
5. 环境保护.....	5
5.1 “三废”排放点.....	5
5.2 “三废”排放统计.....	6
5.3 “三废”治理措施.....	6
5.4 治理效果.....	7
6. 投资估算.....	7
6.1 装置投资估算.....	7
7. 生产成本估算.....	7
8. 公司简介.....	9

1. 概述

1.1 甲酸的性质

甲酸（分子式为HCOOH），分子量46.03，俗名蚁酸，是最简单的脂肪一元酸，它是无色透明而有些辛辣刺激酸味的液体。密度为1.228g/cm³，熔点8.6℃，沸点100.8℃；酸性很强，有强腐蚀性；甲酸能以任何比例与水互溶，并形成共沸混合物（其共沸点均高于水和甲酸的沸点）。甲酸还能与许多有机物互溶并形成共沸混合物，与苯、乙醇、乙醚和甘油部分互溶，但不溶于烃类。有还原性，易被氧化生成水和CO₂；它是重要的有机化工原料之一。甲酸的主要物理性质如下表。

项目名称	数值
凝固点, °C	8.4
折射率 n _D ²⁰ ,	1.3714
比热容, J/g·°C (22°C)	2.151
气化热, KJ/Kg	502
燃烧热, KJ/mol	263
燃点, °C	601.1

1.2 甲酸的用途

甲酸是一种基本有机化工原料，广泛用于化工、轻工、农药、医药、农牧业等行业。如：

（1）化工行业：主要用于有机合成甲酸甲酯，甲酸戊酯、二甲基甲酰胺、甲酸纤维素、酚醛树脂等。

（2）轻工行业：在皮革工业中用于制造皮革鞣软剂、膨胀剂、脱灰剂、脱毛剂、中和剂。甲酸代替硫酸用作染色及消毒作用，防止潮湿皮革的霉烂等；在橡胶工业中可替代醋酸作天然橡胶凝聚剂；在染料工业中可制造吡啶染料：吡啶绿、吡啶橙、吡啶黄等酸性染料；在印染上可制造毛织物染色的还原剂及染色的补助剂等；在造纸工业中，用于硫酸盐纸浆生产、纤维和纸张的染色剂、处理剂及增塑剂，甲酸能溶解木素，并使纤维的聚合度受损减少，故将甲酸代替烧碱和亚硫酸钠生产纸浆，可缩短纸浆的生产时间，收率可达72.2%。

（3）医药和农药工业：用作局部刺激药、起泡膏和收敛剂等，是制造樟脑、维生素B₁、冰片、撒利、咖啡因、安乃近、甲硝唑、卡马西平、氨基吡啉，氨茶碱、甲苯咪唑等药物的重要原料，还用在新工艺合成胰岛素等方面，以及医药消



毒剂、风湿症的擦拭剂。甲酸可用来制造高效低毒的杀虫醚和某些熏蒸杀虫剂如粉锈宁、三唑磷、多效唑、烯效唑、三氯杀螨醇等的原料。

(4) 其它：在畜牧业中，将一定比例的甲酸喷洒在青饲料上，可使饲料保鲜贮存，用作储藏剂、防霉剂；在食品工业用作酿酒行业的消毒、防腐，葡萄酒制造中帮助发酵，罐头的清洗消毒，果汁和食品的保藏剂；电镀工业中取代盐酸和硫酸作钢板酸洗剂等。在石油井或天然气中用作酸处理的阻滞剂；在地质上的选矿剂等。此外，甲酸是很好的溶剂，可溶解纤维素醚和纤维素酯，以及许多天然和合成树脂如聚古马隆树脂、醇酸树脂、虫胶、奥纶及聚丙烯酸纤维等。甲酸在橡胶工业中用作天然橡胶的凝固剂及废胶再生；甲酸的衍生物用途也十分广泛，甲酸盐可用于再生被硫、铅钝化了的催化剂；甲酸钙在混凝土中作促凝剂，食品级甲酸钙在面包中作防腐剂；甲酸与相应的醇类进行酯化反应，众多的甲酸酯类，可用作树脂、涂料、香料和印刷油墨的溶剂。

我国甲酸主要用在医药工业、化学工业、轻工业、纺织工业及其它部门。

2. 甲酸生产工艺技术简介

国外生产甲酸有四种工艺路线，即甲酸钠工艺、丁烷（轻油）液相氧化工艺、甲酰胺工艺和甲酸甲酯工艺。

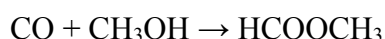
本项目所选用的工艺技术路线均为国内外先进成熟技术，利用CO、甲醇羰基化制甲酸甲酯，以及甲酸甲酯水解制甲酸产品。该工艺技术由成都天成碳一化工有限公司自主研发，具有自主知识产权，在国内处于领先地位。实现了在设计、设备全部国产化，装置运行连续稳定，各项技术指标达到国际先进水平。

实践证明甲酸甲酯水解制甲酸装置生产成本低，产品纯度高、质量好，多项技术指标均优于国外同类装置，技术优势明显。

2.1 甲酸甲酯合成工艺原理

高浓度的CO与甲醇在催化剂甲醇钠和一定的温度压力下，进行羰基化反应合成甲酸甲酯。

(1) 主要化学反应式：



(2) 反应条件：

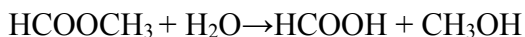
压力：3.2MPa；温度：80℃；催化剂：甲醇钠。



2.2 甲酸生产工艺原理

甲酸甲酯与水在一定的温度压力下，在甲酸自催化下水解生成甲酸和甲醇。

(1) 主要化学反应式：



(2) 反应条件：

压力：0.8~0.9MPa；温度：100~120℃。

3. 产品质量及装置规模

3.1 装置生产规模

甲酸公称产量：5万吨/年（85%）

装置操作弹性：80%~110%

年操作时间：8000h

3.2 产品规格

甲酸产品有工业用和试剂级两种，工业用甲酸规格按含量划分有：90%、85%、和低于80%的。

试剂级甲酸对纯度要求较高，一般为98%。

3.3 产品的质量标准的

我国甲酸质量国家标准（GB2093-93）对甲酸划分为三种规格，其具体指标见下表。

项目	指标								
	94%			90%			85%		
	优等品	一级品	合格品	优等品	一级品	合格品	优等品	一级品	合格品
甲酸, w/%	≥94.0			≥90.0			≥85.0		
色度/Hazen 单位(Pt-Co 色号)	≤10		≤20	≤10		≤20	≤10	≤20	≤30
稀释试验(样品+水=1+3)	不浑浊		通过试验	不浑浊		通过试验	不浑浊		通过试验
氯化物(以 Cl 计), w/%	≤0.0005	≤0.001	≤0.002	≤0.0005	≤0.002		≤0.002	≤0.004	≤0.006
硫酸盐(以 SO ₄ 计), w/%	≤0.0005	≤0.001	≤0.005	≤0.0005	≤0.001	≤0.005	≤0.001	≤0.002	≤0.020
铁(以 Fe 计), w/%	≤0.0001	≤0.0004	≤0.0006	≤0.0001	≤0.0004	≤0.0006	≤0.0001	≤0.0004	≤0.0006
蒸发残渣, w/%	≤0.006	≤0.015	≤0.020	≤0.006	≤0.015	≤0.020	≤0.006	≤0.020	≤0.060



本装置甲酸产品除满足国家标准优等品的各项指标外，其产品浓度根据用户需要可由80~98%（wt）之间任意调节。

4. 原辅材料及公用工程

4.1 原料

4.1.1 CO

甲酸装置所用的CO由公司内部直接提供，年用量约为 $2.8 \times 10^7 \text{Nm}^3$ ，供应有保障。本装置对CO气体的质量要求如下：

表 4-1 CO 的质量要求

成份	含量
CO	≥98%
O ₂	≤10ppm
H ₂ O	≤10ppm
CO ₂	≤10ppm
S、P等杂质	≤8ppm

4.1.2 甲醇

甲酸装置所需的原料甲醇年需量约1500t，甲醇原料符合国家标准GB338-2004一等品要求，具体质量指标见下表：

表 4-2 工业甲醇国家标准（GB338-2004）

项 目	指 标		
	优等品	一等品	合格品
色度（铂-钴），号 ≤	5		10
密度（20℃），g/cm ³	0.791~0.792		0.791~0.793
温度范围（0℃，101325MPa），℃	64.0~65.5		
沸程（包括 64.6±0.1℃），℃ ≤	0.8	1.0	1.5
高锰酸钾试验，min ≥	50	30	20
水溶性试验	澄清		--
水分含量，% ≤	0.10	0.15	--
酸度（以 HCOOH 计），%	0.0015	0.0030	0.0050
或碱度（以 NH ₃ 计），%	0.0002	0.0008	0.0015
羰基化合物含量（以 CH ₂ O 计），% ≤	0.002	0.005	0.010
蒸发残渣含量 ≤	0.001	0.003	0.005

4.1.3 工艺水

本装置甲酸甲酯水解所需工艺水量为：3.1万吨/年，由公司统一供给。
 $P \geq 0.40\text{MPa}$ ，常温。

4.2 公用工程条件

(1) 蒸汽：0.8/0.3MPaG饱和蒸汽

耗量：53t/h

(2) 循环冷却水

温度：上水30~32℃，回水 $\leq 40^\circ\text{C}$

压力：上水 $\geq 0.4\text{MPa}$ ，回水 $\sim 0.20\text{MPa}$

循环冷却水量：1500t/h

(3) 电压：220/380V

装机容量：3000KW；正常用电量约1500KW

(4) 仪表空气

压力： $\sim 0.6\text{MPa}$

温度：常温

露点：比当地最低环境温度低20℃

仪表空气要求无油、无水、无杂质。

仪表空气用量： $\sim 100\text{Nm}^3/\text{h}$

(5) 冷媒

温度： -15°C

冷量： $\sim 4000\text{MJ}/\text{h}$

5. 环境保护

5.1 “三废”排放点

本装置主要有甲酸甲酯合成、甲酸甲酯精馏、甲酸甲酯水解、甲酸分离提纯等工序，其“三废”排放情况如下：

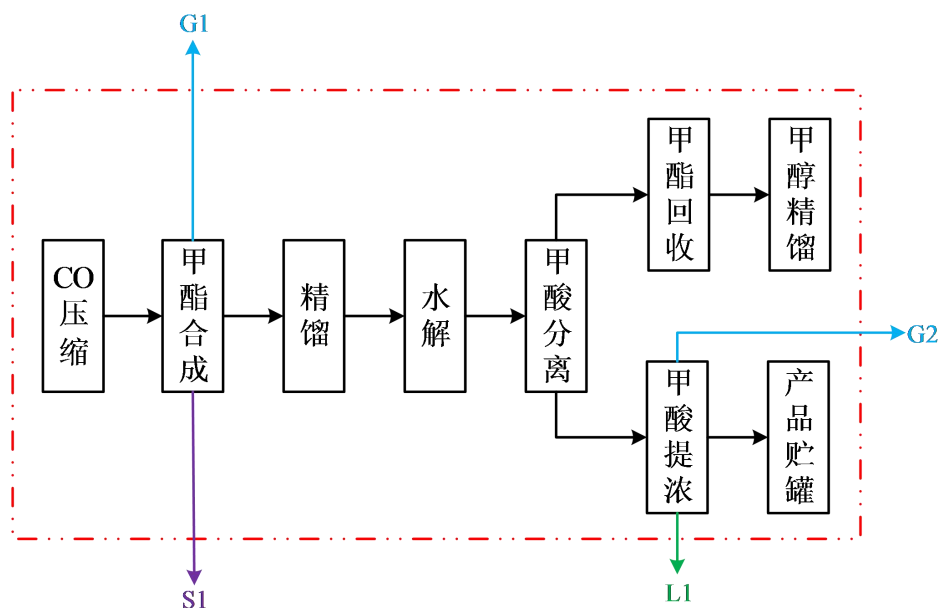


图 5-1 甲酸装置“三废”排放点示意图

5.2 “三废”排放统计

本装置以CO为原料，通过甲醇羰基合成制甲酸甲酯、甲酸甲酯水解等工艺制甲酸，“三废”排放情况见下表。

表 5-1 “三废”排放及噪声情况表

序号	排放点	组成				排放方式	排放量
一	废 气 (V%)						Nm ³ /h
G1	甲酯反应尾气	CO	N ₂	CH ₃ OH	HCOOCH ₃	连续	330
		72.2%	27.2%	0.1%	0.5%		
G2	真空尾气	主要是空气				连续	110
二	废 液 (wt%)						t/a
L1	残酸液	含甲酸 (约 70%) 废水				间歇	17
三	废 渣 (wt%)						Kg/h
S1	羰基化废催化剂 (半固体状)	CH ₃ OH	CH ₃ ONa	Na ₂ CO ₃	HCOONa	间歇	25
		58.4%	21.8%	0.8%	19%		
四	噪 声						DbA
1	真空泵					连续	<85
2	物料泵					连续	<85

5.3 “三废”治理措施

5.3.1 废气

G1: 返回CO提纯装置循环使用。

G2: 一般可高空排放。

5.3.2 废水

L1: 经中和处理后送废水处理装置。

设备、地坪冲洗水、检修废水和界区内生活用水等，经污水处理站处理后可达国家排放标准。

5.3.3 废渣

S1: 收集后送处理站，先用水蒸汽蒸馏，蒸出甲醇加以回收，余下废盐送相关厂家回收处理。

5.3.4 噪声

本装置噪声主要为风机和各类机泵噪声，汽包放空噪声。风机和各类机泵应优先选用低噪声电机，加消声器，将主要噪声源集中在隔音房内。在操作中只设流动岗位，不固定值班。需要固定值班的，可将机房和操作间用隔声门窗分开布置，并在厂区种植降噪植物。

5.4 治理效果

本装置“三废”经过治理后，废气经35米排气筒高空排放，排出成份主要有一氧化碳、氮气、氧气和水等，要求各项指标达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297~96）中二级排放标准。预计废气排放对大气环境影响很小；废液经处理后达国家排放标准；废渣可送相关厂家回收利用。

综上所述，本装置建成投产后，正常生产时“三废”均通过治理，且都能达到国家的有关环境标准，预计本装置的建设对周围环境影响甚微。

6. 投资估算

6.1 装置投资估算

甲酸装置投资概算表(单位：万元)

装置规模	投资估算
3万吨/a 甲酸装置	11000
5万吨/a 甲酸装置	13800
10万吨/a 甲酸装置	23000

注：不含工厂总图运输、土建、公用工程和辅助工程等投资。

7. 生产成本估算

表 7-1 装置生产成本估算表（以吨产品甲酸计 单元：元）

序号	项目名称	规格	单位	消耗定额	单价	单位成本	备注
----	------	----	----	------	----	------	----



原料							
1	CO	≥98%	Nm ³	550	1.5	825	
2	甲醇	≥99.85%	kg	30	2.5	75	
3	催化剂	≥30%等	kg	15	5	75	
	小 计					975	
二							
1	低压蒸汽	0.8MPa	t	8.5	100	850	
2	循环冷却水	P≥0.45MPa, T≤32℃	t	240	0.15	36.0	
3	一次水	P≥0.4MPa, T≤25℃	t	5	4	20	
4	脱盐水	0.4 MPa	t	0.6	8	4.8	
5	电	380V/220V-50Hz	kwh	230	0.6	138	
6	仪表空气	0.5~0.7MPa	Nm ³	16	0.2	3.2	
7	冷媒	-20℃/5℃	MJ	640			折电耗
	小 计					1052	
三	工资及附加费	按 4 万元/人·年计				28	35 人
四	折旧及维修	折旧年限 14 年				194	
	合 计					2249	

投资效益评价表

装置规模	总投资	占地面积	生产成本
kt/a	亿元	亩	元/t
50	1.36	~25	2249

*--装置投资不含工厂总图运输、公用工程、不良地基处理等。



8. 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。

公司志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氧化锌脱脱剂；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。

