

# T/CIEP

## 中国工业环保促进会团体标准

T/CIEP XXXX—2024

### 绿氢耦合煤制甲醇技术规范

Technical specification for methanol production from green-hydrogen coupling coal

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

中国工业环保促进会 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 工艺流程 .....	1
5 绿氢耦合煤制甲醇工艺操作技术要求 .....	2
6 物料及辅助材料要求 .....	3
7 主要设备及工艺参数要求 .....	3
8 工艺废料排放及再利用要求 .....	4
9 操作人员要求 .....	4

## 前 言

本文件按照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》的规定起草。

本文件由中国工业环保促进会提出。

本文件由中国工业环保促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 绿氢耦合煤制甲醇技术规范

## 1 范围

本文件规定了绿氢耦合煤制甲醇技术的术语及定义、工艺流程、绿氢耦合煤制甲醇工艺操作技术要求、物料及辅助材料要求、主要设备及工艺参数要求、工艺废料排放及再利用要求和操作人员要求。

本文件适用于绿电制取绿氢获取氢气投入煤化工行业甲醇生产流程，同样适用于相关项目的新建、改建及管理。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 338 工业用甲醇
- GB 12014 防护服装 防静电服
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
- GB/T 18916.35—2018 取水定额 第35部分：煤制甲醇
- GB 21148 足部防护 安全鞋
- GB 31571 石油化学工业污染物排放标准
- GB/T 38927 焦炉煤气制取甲醇技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**煤制甲醇 methyl alcohol produced by coal**

以煤炭、水、空气等为主要原料，经空分制氧、煤制气、气体净化、甲醇合成、甲醇精制等的生产过程。

[来源:GB/T 18916.35—2018, 3.1]

### 3.2

**绿氢 green hydrogen**

利用可再生能源（例如太阳能、风能等）发电获取绿电，再通过电解水制氢装置对水进行电解获取得到的氢气产品。

### 3.3

**绿氢耦合煤制甲醇技术 carbon dioxide coupled green hydrogen to methanol Technology**

将传统煤制甲醇产生的CO<sub>2</sub>与绿氢作为原料气与传统煤制甲醇排放产生的CO<sub>2</sub>经催化合成转化为甲醇，将温室气体变为碳资源，实现二氧化碳的资源化利用的同时降低碳排放。

## 4 工艺流程

### 4.1 传统煤制甲醇技术工艺流程

传统煤制甲醇技术工艺流程包括：气化单元、变换单元、低温甲醇洗单元、甲醇合成及精馏单元，工艺流程见图1。

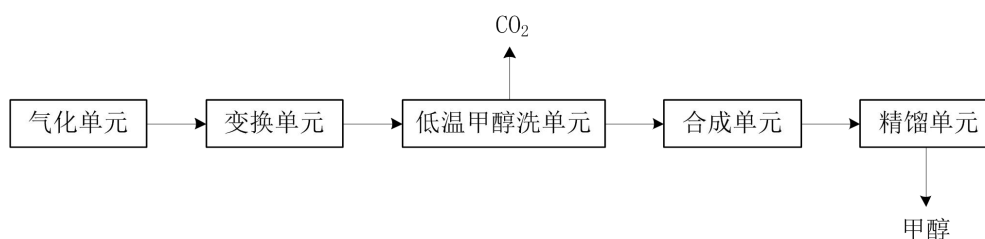


图1 传统煤制甲醇技术工艺流程

#### 4.2 绿氢耦合煤制甲醇技术工艺流程

绿氢耦合煤制甲醇技术工艺流程包含传统煤制甲醇工艺和绿氢耦合CO<sub>2</sub>制甲醇工艺。因绿氢的引入，传统煤制甲醇工艺中变换单元可省略。绿氢耦合CO<sub>2</sub>制甲醇技术包括气体压缩单元、预热单元、合成单元（绿氢、CO<sub>2</sub>甲醇合成）、气液分离单元、精馏单元（可与传统煤制甲醇共用），工艺流程见图2。

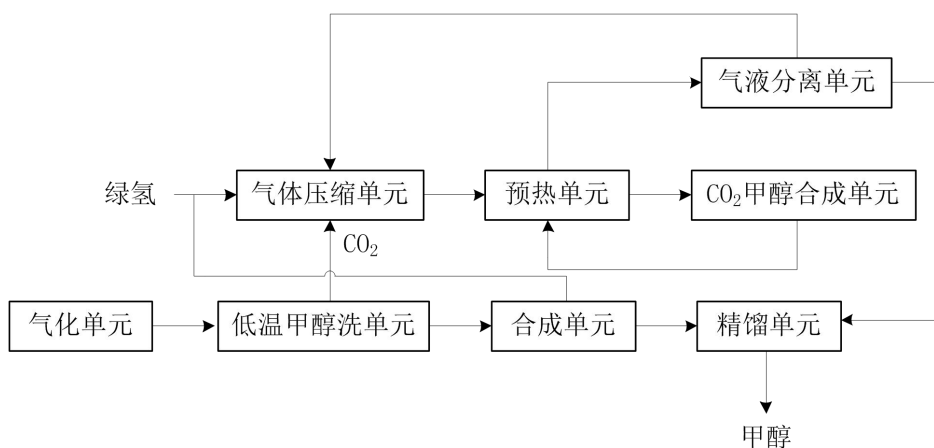


图2 绿氢耦合煤制甲醇技术工艺流程图

### 5 绿氢耦合煤制甲醇工艺操作技术要求

#### 5.1 气体压缩单元

来自低温甲醇洗装置产生的二氧化碳、来自绿氢装置产生的氢气以及气液分离单元未反应的原料气体，按照H<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>（体积分数）为3.0~3.3的比例进入到压缩机内，经压缩机加压至5.0 MPa~6.0 MPa（G）。

#### 5.2 气体预热单元

对压缩机出口的原料气与甲醇合成塔出口的产品气换热，换热后原料气温度由常温提升至210℃~220℃进入甲醇合成单元，产品气温度由230℃~260℃降温至120℃~130℃后进入气液分离单元。

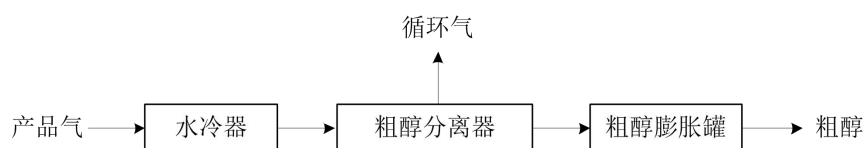
#### 5.3 甲醇合成单元

预热后的原料气在压力5.0 MPa（G）~6.0 MPa（G）、CO<sub>2</sub>甲醇合成催化剂作用下发生甲醇合成反应，反应温度控制在220℃~250℃，通过预热器（为主）和壳程冷却介质控制反应温度，反应结束后获得温度为230℃~260℃、压力为5.0 MPa（G）~6.0 MPa（G）的产品气。

#### 5.4 气液分离单元

##### 5.4.1 工艺流程

绿氢耦合CO<sub>2</sub>制甲醇气液分离单元主要包含水冷器、粗醇分离器、粗醇膨胀罐等设备，工艺流程图见图3。

图3 绿氢耦合 CO<sub>2</sub>制甲醇气液分离单元工艺流程图

#### 5.4.2 操作技术要求

操作技术要求如下：

- 出预热单元降温后的甲醇产品气先进入水冷器，温度降至 40℃～45℃，压力降至 4.9 MPa(G)～5.9 MPa (G)；
- 出水冷器后的产品气进入粗醇分离器，经过粗醇分离器进行气液分离后得到温度为 40℃～45℃、压力为 4.9 MPa (G)～5.9 MPa (G) 的气体，大部分经过循环气压缩机（可单独设置，也可与原料气压缩机共用）加压后进入甲醇合成单元，小部分弛放。粗醇分离器得到的液相产品为粗醇水溶液，粗醇水溶液经减压后压力降低至 0.4 MPa (G) 左右，温度降低至 38℃～44℃；
- 在粗醇膨胀罐内获得温度 38℃～44℃、压力约 0.4 MPa (G) 的粗甲醇。

#### 5.5 粗醇精馏单元

来自气液分离单元的粗甲醇经精馏后得到精甲醇产品，产品应满足GB/T 338中工业用甲醇一等品要求。

### 6 物料及辅助材料要求

绿氢耦合CO<sub>2</sub>制甲醇工艺采用的物料、辅助材料要求见表1。

表1 绿氢耦合 CO<sub>2</sub>制甲醇工艺采用的物料、辅助材料要求

序号	名称	规格要求
1	物料	二氧化碳
2		氢气
3		催化剂
4	辅助材料	低温甲醇洗尾气CO <sub>2</sub> 浓度>80.0%（体积分数）；H <sub>2</sub> S+COS：≤10.0mg/Nm <sup>3</sup>
5		H <sub>2</sub> 浓度>99.8%（体积分数）
6		在220℃～250℃，空速6000ml/g <sub>cat</sub> /h～10000 ml/g <sub>cat</sub> /h下，CO <sub>2</sub> 单程转化率≥15.0%（体积分数），CH <sub>3</sub> OH选择性≥65.0%（体积分数）
7		冷却水
		温度：～30℃，压力：0.4 MPa (G)
		温度：常温，压力：～0.5 MPa (G)
		压力：～5.5 MPa (G)
		温度：常温，压力：～0.7 MPa (G)

### 7 主要设备及工艺参数要求

绿氢耦合CO<sub>2</sub>制甲醇工艺主要设备及工艺参数要求见表2。

表2 主要设备及工艺参数要求

序号	单元名称	设备名称	规格要求	工艺指标
1	气体压缩单元	压缩机	压力：5.0 MPa (G)～6.0 MPa (G)	
2	预热单元	气体预热器	管程压力：5.0 MPa (G)～6.0 MPa (G) 壳程压力：5.0 MPa (G)～16.0 MPa (G)	原料气出口温度210℃～220℃
3	合成单元	甲醇合成塔	温度：220℃～250℃； 压力：5.0 MPa (G)～6.0 MPa (G)	H <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> ：3.0～3.3（体积比）
4	气液分离单元	水冷器	管程压力：5.0 MPa (G)～6.0 MPa (G) 壳程压力：5.0 MPa (G)～6.0 MPa (G)	
5		气液分离器	压力：5.0 MPa (G)～6.0 MPa (G)	甲醇浓度：61.0%～63.0%（质量分数）
6		粗醇膨胀罐	压力：0.5 MPa (G)	甲醇浓度：61.0%～63.0%（质量分数）
7	粗醇精馏单元	精馏塔	塔顶温度：60℃～68℃	回流比1.5～3.0

## 8 工艺废料排放及再利用要求

8.1 绿氢耦合煤制甲醇工艺生产过程废弃物排放见下表 3 所示，处置方式参照 GB/T 38927 执行。

表 3 绿氢耦合煤制甲醇工艺生产过程废弃物排放及处置方式

名称	装置/单元	排放状态	排放废弃物主成分	处置方式
甲醇闪蒸汽	甲醇合成	连续	氢气(H)、一氧化碳(CO)、甲烷(CH <sub>4</sub> )、甲醇(CH <sub>3</sub> OH)	参照GB/T 38927执行
合成弛放气	甲醇合成	间歇	氢气(H <sub>2</sub> )、氮气(N <sub>2</sub> )	
甲醇精馏不凝气	甲醇精馏	连续	二氧化碳(CO <sub>2</sub> )、一氧化碳(CO)、甲醇(CH <sub>3</sub> OH)、氢气(H <sub>2</sub> )、甲烷(CH <sub>4</sub> )	
废催化剂	CO <sub>2</sub> 甲醇合成	间歇		
精馏残液	甲醇精馏	连续	甲醇、乙醇等低级醇及COD	

8.2 传统煤制甲醇工艺生产过程中产生的气化弛放气、气化灰渣、废催化剂等其他废物，应优先回收利用。无法利用的气体废物应冷却后送火炬系统；无法利用的工业固体废物应交由具有相应利用处置能力的单位进行利用处置，属于危险废物的应符合危险废物管理有关要求。

8.3 煤制甲醇耦合绿氢碳减排技术工艺生产过程及相关设备的溢流水应排至污水处理系统集中处理。

8.4 煤制甲醇耦合绿氢碳减排技术生产过程中污染物排放依据 GB 31571 执行。一般工业固体废物贮存以及处置场污染控制依据 GB 18599 执行。危险废物贮存污染控制依据 GB 18597 执行。

8.5 环境噪声排放标准应符合 GB 12348 相关要求。

## 9 操作人员要求

9.1 操作人员应经过岗位培训，了解可能接触到的危险和有害因素，熟知事故现场应急处置措施，掌握制氢系统相关的理论知识和操作技能，考试合格后持证上岗。

9.2 操作人员上岗时应穿符合 GB 12014 规定的阻燃、防静电工作服和符合 GB 21148 规定的防静电鞋，且应配戴必要的个人防护装置。

9.3 操作人员应严格遵守有关操作规程和安全守则。

9.4 操作人员应无色盲或其他影响正常作业的生理缺陷或疾病，且作业前不应进行影响正常作业的。