

中国石化员工培训教材

低碳烯烃生产技术



DITAN XITING

SHENGCHAN JISHU

中国石化员工培训教材编审指导委员会 组织编写
本书主编 徐跃华 副主编 戴伟

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

中国石化员工培训教材

低碳烯烃生产技术

中国石化员工培训教材编审指导委员会 组织编写

本书主编 徐跃华 副主编 戴伟

中国石化出版社

内 容 提 要

《低碳烯烃生产技术》为中国石化员工培训教材系列之一,在编写时分为乙烯丙烯篇和丁二烯篇,主要介绍乙烯、丙烯和丁二烯的生产技术。

主要内容包括乙烯、丙烯和丁二烯的性质及用途,石油烃蒸汽热裂解生产乙烯、丙烯和丁二烯的工艺原理、主要设备、工艺操作、装置异常现象的判断和处理、三剂、安全节能及环保等内容。还介绍了 MTO、DCC、CPP、OCT、OCC、烷烃脱氢、丁烯脱氢和乙醇脱水等生产乙烯、丙烯和丁二烯的技术与工艺,并分析了炼厂干气回收烯烃、烷烃的三种工艺技术的特点。

本书是乙烯、丙烯和丁二烯技能操作人员进行员工岗位技能培训的必备教材,也是专业技术人员必备的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

低碳烯烃生产技术/徐跃华主编. —北京:中国石化出版社,2015.2
中国石化员工培训教材
ISBN 978-7-5114-3157-8

I. ①低… II. ①徐… III. ①烯烃-化工生产-技术培训-教材 IV. ①TQ221.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 013892 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 18.5 印张 461 千字

2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月第 1 次印刷

定价:68.00 元

中国石化员工培训教材

编审指导委员会

主 任：李春光

委 员：戴 锭 谭克非 章治国 初 鹏

吕长江 张卫东 吕永健 徐 惠

张吉星 雍自强 寇建朝 张 征

蒋振盈 齐学忠 翟亚林 耿礼民

吕大鹏 郭安翔 何建英 石兴春

王妙云 徐跃华 孙久勤 吴文信

王德华 亓玉台 周志明 王子康

序

中国石化是上中下游一体化能源化工公司，经营规模大、业务链条长、员工数量多，在我国经济社会发展中具有举足轻重的作用。公司的发展，基础在队伍，关键在人才，根本在提高员工队伍整体素质。员工教育培训是建设高素质员工队伍的先导性、基础性、战略性工程，是加强人才队伍建设的重要途径。

当前，我们已开启了建设世界一流能源化工公司的新航程，加快转变发展方式的任务艰巨而繁重，这对进一步做好员工教育培训工作提出了新的更高要求。我们要以中国特色社会主义理论为指导，紧紧围绕企业改革发展、队伍建设和员工成长需要，以提高思想政治素质为根本，以能力建设为重点，积极构建符合中国石化实际的培训体系，加大重点和骨干人才培训力度，深入推进全员培训，不断提高教育培训的质量和效益，为打造世界一流提供有力的人才保证和智力支持。

培训教材是员工学习的工具。加强培训教材建设，能够有效反映和传递公司战略思想和企业文化，推动企业全员学习，促进学习型企业建设。中国石化员工培训教材编审指导委员会组织编写的这套系列教材，较好地反映了集团公司经营管理目标要求，总结了全体员工在实践中创造的好经验好做法，梳理了有关岗位工作职责和 workflows，分析研究了面临的新技术、新情况、新问题等，在此基础上进行了完善提升，具有很强的实践性、实用性和较高的理论性、思想性。这套系列培训教材的开发和出版，对推动全体员工进一步加强学习，进而提高全体员工的理论素养、知识水平和业务能力具有重要的意义。

学习的目的在于运用，希望全体员工大力弘扬理论联系实际的优良学风，紧密结合企业发展环境的新变化、新进展、新情况，学好用好培训教材，不断提高解决实际问题、做好本职工作的能力，真正做到学以致用、知行合一，把学习培训的成果切实转变为推进工作、促进改革创新的实际行动，为建设世界一流能源化工公司作出积极的贡献。



二〇一二年七月十六日

前 言

根据中国石化发展战略要求，为加强培训资源建设、推进全员培训的深入开展，集团公司人事部组织梳理了近些年培训教材开发成果，调研了企业培训教材需求，开展了中国石化员工培训课程体系研究。在此基础上，按职业素养、综合管理、专业技术、技能操作、国际化业务、新员工等六类，组织编写覆盖石油石化主要业务的系列培训教材，初步构建起中国石化特色的培训教材体系。这套系列教材围绕中国石化发展战略、队伍建设和员工成长的需要，以提高全体员工履行岗位职责的能力为重点，把研究和解决生产经营、改革发展面临的新挑战、新情况、新问题作为重要目标，把全体员工在实践中创造的好经验好做法作为重要内容，具有较强的实践性、针对性。这套培训教材的开发工作由中国石化员工培训教材编审指导委员会组织，集团公司人事部统筹协调，总部各业务部门分工负责专业指导和质量把关，主编单位负责组织培训教材编写。在培训教材开发和编写的过程中，上下协同、团结合作，各级领导给予了高度重视和支持，许多管理专家、技术骨干、技能操作能手为培训教材编写贡献了智慧、付出了辛勤的劳动。

《低碳烯烃生产技术》为专业技术类型的教材，在编写时根据生产装置和生产工艺特点，分乙烯丙烯篇和丁二烯篇两部分编写，着重介绍了乙烯、丙烯和丁二烯的生产技术。根据中国石化现有生产现状，本教材详细介绍了石油烃蒸汽裂解生产乙烯、丙烯和丁二烯的原理、技术路线、工艺流程、主要设备、操作要点、三剂辅料和安全环保与节能，还介绍了 MTO、DCC、CPP、OCT、OCC、烷烃脱氢、丁烯脱氢和乙醇脱水等生产乙烯、丙烯和丁二烯的技术与工艺，并分析了炼厂干气回收烯烃、烷烃的三种工艺技术的特点。本教材语言简洁，内容丰富，涉及面广，密切结合中国石化乙烯装置和丁二烯装置实际情况，实用性强，有利于读者尽快熟悉和掌握相关知识与操作。

《低碳烯烃生产技术》由化工事业部和北京化工研究院(下简称北化院)负责组织编写，主编徐跃华(化工事业部)，副主编戴伟(北京化工研究院)，参加编写的单位有燕山石化等。罗淑娟(北京化工研究院)主要负责编写乙烯丙烯篇，王国清(北京化工研究院)参与编写了乙烯丙烯篇第二、第三章裂解炉部分，于海波和易

水生(北京化工研究院)参与编写了乙烯丙烯篇第三、第五章碳二、碳三催化剂与工艺部分,王秀玲(北京化工研究院)参与编写了乙烯丙烯篇第三章甲烷化催化剂部分,王国华(燕山石化分公司)参与编写了乙烯丙烯篇第四章工艺操作部分,康锴(北京化工研究院)主要负责编写丁二烯篇,杨明炯(燕山石化分公司)参与编写了丁二烯篇第四章工艺操作部分。本教材已经由集团公司人事部组织审定通过,主审郭新、师巍,参加审定的人员有胡翔、赵以新、盛在行、孙国臣、蒋明敬、范仲明、李浩、是建兴,审定工作得到了化工事业部、中国石化出版社、SEI、燕山石化、镇海炼化、扬子石化、齐鲁石化和茂名石化的大力支持;中国石化出版社对教材的编写和出版工作给予了通力协作和配合,在此一并表示感谢。

由于本教材涵盖的内容较多,不同企业之间也存在着差别,编写难度较大,加之编写时间紧迫,不足之处在所难免,敬请各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议,以便教材修订时补充更正。

目 录

乙烯丙烯篇

第1章 概 述	(3)
1.1 乙烯、丙烯的性质	(3)
1.1.1 乙烯的性质	(3)
1.1.2 丙烯的性质	(6)
1.2 乙烯、丙烯的用途	(11)
1.3 蒸汽热裂解生产乙烯、丙烯技术	(12)
1.4 其他生产乙烯、丙烯技术	(13)
1.4.1 甲醇制烯烃(MTO)	(13)
1.4.2 烷烃脱氢制烯烃	(14)
1.4.3 重油催化裂解制烯烃(HCC、DCC、CPP)	(14)
1.4.4 轻油催化裂解制烯烃	(17)
1.4.5 C ₄ 、C ₅ 烯烃生产乙烯、丙烯(OCT、OCP、OCC)	(17)
1.4.6 石脑油催化裂解制烯烃(ACO)	(18)
1.4.7 炼厂干气回收烯烃	(19)
1.4.8 乙醇制乙烯	(19)
第2章 工艺原理	(20)
2.1 蒸汽热裂解	(20)
2.1.1 烃类热裂解基本原理	(20)
2.1.2 发展历程	(20)
2.1.3 主要裂解技术	(21)
2.2 分离回收	(24)
2.1.1 基本原理	(25)
2.1.2 顺序分离流程	(27)
2.2.3 前脱丙烷后加氢流程	(32)
2.2.4 前脱丙烷前加氢流程	(33)
2.2.5 前脱乙烷前加氢流程	(40)
2.2.6 低能耗乙烯分离技术流程	(42)
2.2.7 其他分离流程	(44)
第3章 主要设备	(47)
3.1 裂解炉	(47)
3.1.1 辐射段	(48)

3.1.2	高温裂解气的急冷和热量回收	(49)
3.1.3	管式裂解炉供热方式	(51)
3.1.4	对流段、辐射段及急冷锅炉之间的配置	(52)
3.1.5	裂解炉规模	(52)
3.2	压缩机	(53)
3.2.1	裂解气压缩机	(53)
3.2.2	制冷压缩机	(54)
3.3	精馏塔	(58)
3.3.1	精馏塔的种类	(58)
3.3.2	乙烯装置塔器	(60)
3.3.3	精馏塔的操作	(63)
3.4	反应器	(68)
3.4.1	碳二加氢反应器	(68)
3.4.2	碳三加氢反应器	(69)
3.4.3	甲烷化反应器	(70)
3.5	冷箱	(71)
3.5.1	冷箱的结构	(71)
3.5.2	冷箱的作用和特点	(71)
3.5.3	冷箱使用的注意事项	(72)
第4章	工艺操作	(74)
4.1	乙烯装置开车准备	(74)
4.1.1	乙烯装置开车进程安排	(74)
4.1.2	乙烯装置各项开车准备	(74)
4.2	装置正常开车	(78)
4.2.1	裂解单元正常开车	(78)
4.2.2	压缩单元正常开车	(85)
4.2.3	分离单元正常开车	(92)
4.3	装置正常操作	(93)
4.3.1	裂解单元正常操作	(93)
4.3.2	压缩单元正常操作	(98)
4.3.3	分离单元正常操作	(102)
4.4	装置正常停车	(103)
4.4.1	急冷系统的倒空	(103)
4.4.2	压缩机停车后的机组处理	(106)
4.4.3	冷箱倒空防氮氧化物爆炸	(107)
4.5	装置异常现象的判断和处理	(108)
4.5.1	裂解炉系统	(108)
4.5.2	急冷系统	(110)
4.5.3	压缩系统	(111)

4.5.4 分离系统	(113)
第5章 三剂	(115)
5.1 催化剂	(115)
5.1.1 催化剂的基本概念	(115)
5.1.2 乙烯装置的催化反应	(121)
5.1.3 催化剂的干燥和还原	(123)
5.2 干燥剂	(125)
5.2.1 干燥剂的分类和作用	(125)
5.2.2 分子筛吸附脱水的原理	(126)
5.2.3 干燥剂的失效与再生	(126)
5.3 助剂	(127)
5.3.1 结焦抑制剂	(127)
5.3.2 阻聚剂	(128)
5.3.3 破乳剂	(129)
5.3.4 黄油抑制剂	(130)
5.3.5 抗垢剂	(130)
5.3.6 减黏剂	(131)
第6章 安全、环保与节能	(132)
6.1 安全	(132)
6.1.1 乙烯装置安全生产的特点	(132)
6.1.2 乙烯装置有毒有害物质的防护	(132)
6.1.3 乙烯装置火灾、爆炸危险性物质的防护	(134)
6.1.4 其他危害	(136)
6.1.5 设备安全	(137)
6.1.6 火炬系统	(139)
6.2 三废及处理	(140)
6.2.1 废气的处理	(140)
6.2.2 废水及废液的处理	(142)
6.2.3 固体废物的处理	(144)
6.3 节能措施	(145)
6.3.1 裂解炉的节能措施	(145)
6.3.2 压缩单元的节能措施	(157)
6.3.3 分离单元的节能措施	(158)
参考文献	(162)

丁二烯篇

第1章 概述	(165)
1.1 丁二烯的性质	(165)

1.1.1	丁二烯的物理性质	(165)
1.1.2	丁二烯的化学性质	(168)
1.2	丁二烯的用途	(170)
1.3	萃取精馏法生产丁二烯技术	(172)
1.4	其他生产丁二烯技术	(173)
1.4.1	乙醇法	(173)
1.4.2	丁烯催化脱氢法	(174)
1.4.3	丁烷脱氢法	(174)
1.4.4	丁烯氧化脱氢法	(174)
第2章	工艺原理	(176)
2.1	萃取精馏基本原理	(176)
2.1.1	萃取剂的作用及选择	(176)
2.1.2	萃取精馏的操作特点	(177)
2.1.3	萃取精馏的工程计算	(178)
2.2	DMF 法抽提丁二烯工艺	(179)
2.2.1	工艺流程介绍	(179)
2.2.2	主要工艺条件	(180)
2.3	ACN 法抽提丁二烯工艺	(181)
2.3.1	工艺流程介绍	(181)
2.3.2	主要工艺条件	(182)
2.4	NMP 法抽提丁二烯工艺	(183)
2.4.1	工艺流程介绍	(183)
2.4.2	主要工艺条件	(184)
第3章	主要设备	(185)
3.1	简介	(185)
3.1.1	DMF 法抽提丁二烯工艺	(185)
3.1.2	ACN 法抽提丁二烯工艺	(186)
3.1.3	NMP 法抽提丁二烯工艺	(188)
3.2	关键设备操作方法	(189)
3.2.1	精馏塔的操作	(189)
3.2.2	丁二烯气体压缩机的操作	(193)
3.2.3	DMF 抽提丁二烯装置再生釜的操作	(194)
3.2.4	DMF 抽提丁二烯装置溶剂精制塔的操作	(194)
3.2.5	NMP 装置排焦油操作	(195)
第4章	工艺操作	(196)
4.1	DMF 法抽提丁二烯工艺	(196)
4.1.1	装置的开车	(196)
4.1.2	装置的停车	(204)
4.1.3	装置的正常操作	(212)

4.2	ACN 法抽提丁二烯工艺	(218)
4.2.1	装置的开车	(218)
4.2.2	装置的停车	(225)
4.2.3	装置的正常操作	(231)
4.3	NMP 法抽提丁二烯工艺	(241)
4.3.1	装置的开车	(241)
4.3.2	装置的停车	(248)
4.3.3	装置的正常操作	(256)
4.4	装置异常情况及处理	(264)
4.4.1	压缩机运行过程中的异常情况及处理	(264)
4.4.2	热交换器结垢堵塞及处理	(265)
4.4.3	物料泄漏情况判断及处理	(265)
4.4.4	特定事故的处理	(267)
第5章	辅料、三剂	(270)
5.1	主要化学品的物理化学性质	(270)
5.2	主要化学品的作用	(271)
第6章	安全、环保与节能	(273)
6.1	安全	(273)
6.1.1	预防系统聚合物产生的对策	(273)
6.1.2	甲基乙炔的危害和预防	(274)
6.1.3	乙烯基乙炔的危害与预防	(274)
6.2	“三废”及处理	(274)
6.2.1	DMF 法主要“三废”及处理办法	(274)
6.2.2	ACN 法主要“三废”及处理办法	(276)
6.2.3	NMP 法主要“三废”及处理办法	(276)
6.3	节能降耗	(277)
6.3.1	能耗、物耗分析	(277)
6.3.2	节能	(278)
6.3.3	节水	(281)
6.3.4	降耗	(282)
参考文献		(284)

乙烯丙烯篇

第1章 概述

1.1 乙烯、丙烯的性质

1.1.1 乙烯的性质

1.1.1.1 乙烯的物理性质

乙烯是最简单的烯烃，由两个碳原子和四个氢原子组成，结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 。乙烯的两个碳原子之间以双键连接，六个原子共平面。乙烯是非极性分子。

通常情况下，乙烯是一种无色稍有气味的气体，密度为 1.25g/L ，比空气的密度略小，难溶于水，易溶于四氯化碳等有机溶剂。乙烯的物理性质见表 1-1。液体乙烯的物理性质见表 1-2。

表 1-1 乙烯的物理性质

性质	数值	性质	数值
相对分子质量	28.0536	临界压缩因子	0.2813
常压下沸点/ $^{\circ}\text{C}$	-103.71	气体燃烧热(25°C)/(MJ/mol)	1.411
蒸发潜热/(kJ/mol)	13.540	常压与 25°C 下燃烧极限/%(摩尔)	
液体相对密度 d_4^{-104}	0.566	空气中低限	2.7
三相点温度/ $^{\circ}\text{C}$	-169.19	空气中高限	36.0
三相点压力/kPa	0.11	常压下空气中自燃温度/ $^{\circ}\text{C}$	490
三相点熔化潜热/(kJ/mol)	3.350	气体比热容(25°C)/[J/(mol·K)]	42.84
临界温度/ $^{\circ}\text{C}$	9.2	生成热 ΔH_{298} /(kJ/mol)	52.32
临界压力/MPa	5.042	生成自由能 ΔF_{298} /(kJ/mol)	68.17
临界密度/(g/mL)	0.2142	熵 ΔS_{298} /(kJ/mol)	0.22

表 1-2 液体乙烯的物理性质

温度/ $^{\circ}\text{C}$	蒸气压/kPa	蒸发潜热/(kJ/kg)	比热容/[kJ/(kg·K)]	黏度/mPa·s	密度/(g/cm ³)	表面张力/(mN/m)
-169.15	—	—	—	0.73	—	—
-150	2.04	—	—	0.41	—	—
-125	24.0	515	2.52	0.25	—	—
-103.71	102.0	488	2.63	0.17	0.57	16.5
-100	151.0	484	2.64	0.16	0.56	15.8
-75	424.0	444	2.81	0.12	0.53	11.0
-50	1150.0	389	3.04	0.09	0.49	7.0
-25	2200.0	315	3.45	0.07	0.43	3.7
0	4110.0	191	4.19	0.07	0.34	1.1

1.1.1.2 乙烯的化学性质

由于乙烯分子中含有不饱和的双键结构,因此可以和亲电子型化学物质反应生成一系列有重要工业价值的一次衍生物,也可以自身聚合而生成高分子聚合物。由一次衍生物及其聚合物又可以进一步加工成种类繁多的二次衍生产品。

乙烯可以发生分解、加氢、水合、氧化、卤化、羰基化等一系列化学反应,也可以和无机氮及硫、铝、硼等其他无机物反应,还可以与烃、醇、醛、酸等有机化学物反应,其中最具有价值的化学反应为聚合、氧化、烷基化、卤化、水合、齐聚和羰基化等。

乙烯分子里的 $C=C$ 双键的键长是 $1.33 \times 10^{-10}m$, 乙烯分子里的 2 个碳原子和 4 个氢原子都处在同一个平面上,它们彼此之间的键角约为 120° 。乙烯双键的键能是 $615kJ/mol$, 实验测得乙烷 $C-C$ 单键的键长是 $1.54 \times 10^{-10}m$, 键能 $348kJ/mol$ 。这表明 $C=C$ 双键的键能并不是 $C-C$ 单键键能的两倍,而是比两倍略少。因此,只需要较少的能量,就能使双键里的一个键断裂。这是乙烯性质活泼,容易发生加成等反应的原因。

1. 聚合反应

乙烯的聚合产品——聚乙烯,是乙烯耗量最大的石油化工产品。高纯度的乙烯,在特定的温度、压力和引发剂或催化剂存在的条件下,发生聚合反应生成聚乙烯。



该反应为一放热反应,可分为均相引发(自由基或阳离子)和非均相引发(固体催化剂)。从相对分子质量的大小来看其产品类型,相对分子质量可从低于 1000 直到 5×10^6 ,甚至更高。

当采用不同的催化剂和聚合条件时,可得到具有不同特性的聚乙烯。

若采用高压游离基聚合反应,用过氧化物、氧或其他强氧化剂作为引发剂,压力为 $60 \sim 350MPa$, 温度在 $350^\circ C$ 左右,此时得到的是低密度聚乙烯(LDPE)。其密度为 $0.91 \sim 0.94g/cm^3$, 并具有高度支链结构和低结晶度特性。

若采用 $0.1 \sim 20MPa$ 的低中压范围,催化剂为载于无机载体上的过渡金属氧化物,或载于无机载体上的 Ziegler 型催化剂体系,聚合反应温度通常为 $50 \sim 300^\circ C$, 此时得到的聚合物为高密度聚乙烯(HDPE),其密度约为 $0.94 \sim 0.97g/cm^3$, 并具有线型结构和高结晶度的特性。

若采用更低的压力范围($0.7 \sim 2.1MPa$), 温度低于 $100^\circ C$, 并用新的催化剂体系,可得到线型低密度聚乙烯(LLDPE),它具有低密度的特性。

在低压法聚合反应中常加入一些其他烯烃,如丙烯、1-丁烯、1-己烯及 1-辛烯等,以改善高密度产品的物理特性,也可加入其他一些单体,如丙烯酸乙酯、顺丁烯二酸酐、乙酸乙烯酯等,它们与乙烯共聚而生成具有不同物理性能的共聚体。

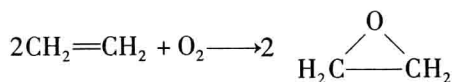
乙烯和丙烯在 Ziegler 催化剂体系中再加入适量的第三单体进行共聚,可生成一种高度抗氧化和耐热的弹性体。这种共聚物称为乙丙橡胶,可用于制造一些有特殊要求的制品。

2. 氧化反应

乙烯经氧化反应可生成环氧乙烷、乙醛、乙酸、乙酸乙烯酯等重要衍生物。这是乙烯应用方面仅次于聚合物位居第二的领域。

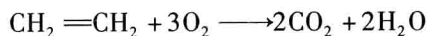
(1) 乙烯氧化制环氧乙烷或乙二醇

乙烯在 $200 \sim 300^\circ C$ 及 $1.5 \sim 3.0MPa$ 下,经银催化剂的催化作用而被氧化成环氧乙烷。主反应为:



主反应是放热反应，在 150℃ 时每生成 1mol 环氧乙烷要放出 105.39kJ 热量。

乙烯氧化制环氧乙烷过程中的主要副反应有：



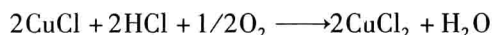
从环氧乙烷还可进一步制成乙二醇，其过程目前有多种方法可以实现。环氧乙烷直接水合法是目前国内外工业化生产乙二醇的主要方法，该工艺是将环氧乙烷和水按摩尔比 1: (20 ~ 22) 配成混合水溶液，在管式反应器中于 190 ~ 220℃、1.0 ~ 2.5MPa 下反应，环氧乙烷全部转化为混合醇，生成的乙二醇水溶液质量含量大约在 10% 左右，然后经过多效蒸发器脱水提浓和减压精馏分离得到乙二醇及副产物二乙二醇和三乙二醇等。混合醇中乙二醇、二乙二醇和三乙二醇的摩尔比约为 100: 10: 1，产品总收率为 88%。不足之处是生产工艺流程长、设备多、能耗高，直接影响乙二醇的生产成本。

环氧乙烷经碳酸乙烯酯合成乙二醇是 20 世纪 70 年代美国 SD 公司和 UCC 公司开发的一种乙二醇的合成方法。即环氧乙烷与 CO₂ 反应生成碳酸乙烯酯，后者水解得乙二醇。

此外，还有环氧乙烷催化水合制乙二醇工艺。近年来有文献报道过乙烯直接氧化生成乙二醇的新方法。以乙酸及 2-溴代乙酸乙酯在催化剂作用下使乙烯直接转化成乙二醇，乙酸可回收循环使用。

(2) 乙醛与乙酸

乙烯在含有钯及氯化亚铜催化剂体系的存在下，经下述反应转化为乙醛，然后在乙酸锰催化剂的存在下，乙醛发生氧化反应生成乙酸。



由于乙烯到乙醛再到乙酸过程所用催化体系各不相同，因而工艺流程必须采用两步氧化法。1997 年日本 Showa Denko 的钯催化剂，成功地把乙烯直接氧化成乙酸，该工艺投资分别比甲醇羰基化法和乙醛氧化法低 50% 和 30%，而产生的废水仅为乙醛氧化法的 1/10。目前，以乙烯为原料直接氧化制乙酸研究比较活跃。

(3) 乙酸乙烯酯

乙烯、乙酸和氧在铂催化剂的作用下进一步合成乙酸乙烯酯，反应条件为压力 0.4 ~ 1.0MPa，温度 175 ~ 200℃。

3. 卤化反应

乙烯经卤化反应所生成的产物中，最重要的是氯乙烯。

平衡氧氯化法由美国 Goodrich 公司于 1964 年首先实现工业化，是目前世界上比较先进且采用最多的氯乙烯单体生产方法，该方法包括 3 个步骤：首先直接氯化，即乙烯和氯气反应生成二氯乙烷；其次二氯乙烷裂解，即二氯乙烷在高温下热裂解生成氯乙烯单体和氯化氢；最后氧氯化，即氯化氢和乙烯、氧气反应生成二氯乙烷和水。在整个反应过程中，氯化氢始终保持平衡，不需要补充及处理，因此称为平衡氧氯化法。各国目前使用的平衡氧氯化法制氯乙烯工艺的不同主要在直接氯化及氧氯化两部分，而二氯乙烷裂解部分差异不大。