

汪多仁 主编

燃油添加剂 生产与应用技术

RANYOU TIANJIAJI
SHENGCHAN YU YINGYONG JISHU



化学工业出版社

汪多仁 主编

燃油添加剂 生产与应用技术



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书系统地介绍了 21 世纪最有发展前途的 40 种新型燃油添加剂的有关技术。品种收集与实例选取均来自清洁燃油添加剂的活跃领域和前端技术,遵循原料易得、工艺简捷、安全环保、高性能、高附加值与节能的发展方向。

本书可为汽油、柴油及其他燃油生产以及精细化工、石油化工、日用化工和轻工业等相关领域的生产、研发与应用技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

燃油添加剂生产与应用技术/汪多仁主编. —北京:
化学工业出版社, 2014. 4
ISBN 978-7-122-19773-3

I. ①燃… II. ①汪… III. ①燃料油添加剂-生产工
艺 IV. ①TE624. 8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 027348 号

责任编辑: 李晓红

文字编辑: 糜家铃

责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装厂
850mm×1168mm 1/32 印张 13½ 字数 371 千字
2014 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着能源形势的紧迫要求，新型燃油添加剂的开发和改性已成为化学化工最为活跃和前途光明的领域，其生产和应用也是化学品创新中较为重要的环节。在将来，由新型燃油添加剂替代传统的燃油添加剂已是大势所趋。我国也同世界其他国家一样，政策向新能源方向倾斜，新型燃油添加剂在向着规模化、精细化、功能化、复合化方向调整与稳定发展。高性能、高效、绿色清洁、安全环保、生态节能、高性价比、实用的新型燃油添加剂的开发和生产也为化工与燃料等行业的发展带来更新的突破。

本书系统地介绍了 21 世纪最有前途的 40 种新型燃油添加剂的有关技术。所介绍的安全节能的新型燃油添加剂是在日益严格的法规监管下、符合法规要求的最高标准，能通过科学分析与手段将其对公众的环境危害降到最低程度，并且在生产与应用的全过程中对人类是安全和生态的，是具有更高品级的新型燃油添加剂。

本书涉及石油化工、有机合成、化学化工等许多学科及高新关键技术，由于新型燃料添加剂本身的广泛应用性使得它的应用价值是不可估量的，其绿色特点也显示出新型燃料添加剂本身的价值和良好的社会效益。本书介绍的新产品生产原料易得、合成工艺简单，采用的是国内外专利催化剂技术，尽可能地利用废料，其根本目标是减少污染物的产生、合理利用资源与减少不合理消耗，从而大大地提高资源的利用效率和做到最大限度的节能降耗。

本书可供基础化工、石油加工、燃油生产、燃料化工、精细化工、化工中间体、有机合成、石油化工、石油精细化工中间体、高分子复合材料、生物材料、生物化工与轻工业等相关行业的人员学

习和使用，可为相关行业的设计、研发、生产管理、教育和信息部门的管理技术人员、供销人员、开发人员提供十分难得的宝贵资料。全书提供的绿色、安全、清洁产品，对环境保护同样具有积极和进步的意义。

书中以%表示浓度（含量）的量，如无特殊说明都表示质量分数。

本书承蒙汪熙赫、龚浏澄、石万聪、石志博等的大力协助，在此一并致谢。限于编者水平，书中疏漏之处在所难免，敬望广大读者指正，不胜感激。

编 者
2014 年 5 月

目 录

第 1 章 聚丁烯衍生物 1

1.1 聚丁烯	1
生产实例一 三氟化硼催化剂	4
生产实例二 BASF 高活性聚丁烯合成工艺	5
生产实例三 美国 Cosden 公司合成工艺	5
生产实例四 低分子量聚丁烯生产技术	6
生产实例五 高活性聚丁烯生产技术	7
生产实例六 低分子量高活性聚丁烯生产技术	7
生产实例七 中分子量聚丁烯生产技术	7
生产实例八 高分子量聚丁烯生产技术	8
生产实例九 不同分子量的聚丁烯产品生产技术	9
应用实例一 EGD 级二冲程汽油机油配方	9
应用实例二 黏稠液体燃料生产技术	9
1.2 顺丁烯二酸酐	14
生产实例一 正丁烷法顺酐生产技术	15
生产实例二 V-P-O 系催化剂	16
生产实例三 复合磷酸催化剂	16
生产实例四 V-P 催化剂	16
生产实例五 磷酸钒催化剂	17
生产实例六 正丁烷法尾气循环工艺	17
生产实例七 美国 Du Pont 公司的正丁烷法最新工艺	18
应用实例一 改性柴油	19
应用实例二 柴油降凝剂 A	19
应用实例三 复配柴油降凝剂	20

应用实例四	配制矿物油溶液	20
应用实例五	乙烯-丙烯共聚物-顺丁烯二酸酐无灰分散 添加剂	22
应用实例六	顺酐直接气相加氢高产率生产 γ -丁内酯 ...	22
应用实例七	高产率生产四氢呋喃技术	23
应用实例八	生产顺丁烯二酸二丁酯技术	23
应用实例九	生产顺丁烯二酸二辛酯技术	24
1.3 聚丁烯二酸酐		25
生产实例 一步法生产技术		27
应用实例一 燃料油		28
应用实例二 水-柴油燃料乳液		30
应用实例三 水性烃基燃料乳液		32
1.4 聚丁烯二酸微乳液		33
生产实例一 复合法生产技术		33
生产实例二 二步法生产技术		36
应用实例一 燃料乳液		36
应用实例二 生产酞化剂及改性技术		37
应用实例三 聚丁烯二酸醇胺乳化剂		37
第 2 章 石油基助燃剂		40
2.1 C₄馏分及丁烯		40
生产实例一 C ₄ 馏分的分离		41
生产实例二 萃取精馏法分离 C ₄ 馏分技术		43
生产实例三 超精密精馏法		44
生产实例四 MTBE (甲基叔丁基醚) 裂解制丁烯技术		44
生产实例五 水合-醚化反应法生产技术		45
生产实例六 美国德士古公司 C ₄ 馏分中分离丁烯工艺 ...		45
生产实例七 二氧化硅基催化剂		46
生产实例八 薄膜型催化剂		46
生产实例九 分子筛催化剂		47
生产实例十 改性 Al ₂ O ₃ · SiO ₂ 催化剂		47
生产实例十一 氧化铝基催化剂		48

生产实例十二	工业侧线实验工艺流程及水解-吸附 串联脱硫工艺	48
应用实例一	醇醚基清洁汽油	49
应用实例二	复配燃料	49
2.2 粉末甲醛		50
生产实例一	甲醇氧化法生产技术	52
生产实例二	减压浓缩甲醛溶液	52
生产实例三	甲缩醛氧化法生产技术	54
生产实例四	甲缩醛法复合催化剂	56
生产实例五	钼酸铁-三氧化钼催化剂	57
生产实例六	三聚甲醛生产技术	59
生产实例七	H-ZSM 系催化剂生产技术	60
生产实例八	酸性催化剂生产三聚甲醛技术	61
应用实例一	粉末甲醛生产十二烷基水杨杯[8]芳烃 技术	62
应用实例二	多聚甲醛燃料配方	62
应用实例三	粉末甲醛生产聚甲氧基二甲醚技术	63
应用实例四	粉末甲醛一步反应生产乙二醇技术	64
2.3 双氰胺		66
生产实例一	氢氨化钙法生产技术	66
生产实例二	尿素脱水法生产技术	67
生产实例三	前苏联尿素合成法工艺	69
生产实例四	沸石催化剂尿素合成氰胺技术	70
生产实例五	尿素常压一步法生成氰胺技术	71
生产实例六	尿素一步法催化剂生产技术	73
应用实例一	有机燃料	74
应用实例二	气体发生组分	75
2.4 改性二茂铁		77
生产实例一	环戊二烯钠法等化学合成二茂铁技术	78
生产实例二	二茂铁化学合成法后处理技术	80
生产实例三	电解法合成二茂铁技术	80
生产实例四	改性二茂铁——烷基化二茂铁	81

应用实例一	燃油环保节能添加剂	82
应用实例二	一种高效、降污的燃油助燃剂	83
应用实例三	一种燃料油	83
应用实例四	一种利用复炼油合成的柴油	84
2.5 碳酸二乙酯		86
生产实例一	光气法碳酸二乙酯生产技术	86
生产实例二	酯交换法碳酸二乙酯生产技术	87
生产实例三	乙醇氧化羰基合成碳酸二乙酯技术	89
生产实例四	一氧化碳低压气相合成碳酸二乙酯技术	90
生产实例五	草酸二乙酯脱羰基生产碳酸二乙酯技术	90
生产实例六	乙醇、二氧化碳一步法合成碳酸二乙酯 技术	91
应用实例	甲醇汽油燃料	91

第3章 纳米粉体 94

3.1	纳米炭黑	94
	生产实例一 废橡胶生产炭黑联产柴油技术	95
	生产实例二 油炉法炭黑技术	97
	生产实例三 纳米煤法炭黑技术	97
	生产实例四 新工艺色素炭黑技术	98
	应用实例一 乙醇炭黑燃料	98
	应用实例二 纳米炭黑燃料	98
	应用实例三 高能燃料	99
	应用实例四 火箭燃料推进剂	99
	应用实例五 高能燃料	99
3.2	稀土掺杂纳米二氧化钛	101
	生产实例一 溶胶-凝胶法纳米二氧化钛生产技术	102
	生产实例二 超声雾化裂解法纳米二氧化钛生产 技术	103
	生产实例三 离子交换法纳米二氧化钛生产技术	103
	生产实例四 微波技术和电极埋弧法纳米二氧化钛生产 技术	104

生产实例五	CeO ₂ -TiO ₂ 复合氧化物生产技术	104
生产实例六	微波辅助加热法技术	105
生产实例七	Ce 和 Ti 改性 Bi ₂ WO ₆ 催化剂	105
生产实例八	纳米 Nd/TiO ₂ 无机抗菌剂	106
生产实例九	纳米 TiO ₂ -稀土光催化剂生产技术	106
生产实例十	稀土 TiO ₂ -活性白土复合光催化剂	107
生产实例十一	La 掺杂 TiO ₂ 的制备技术	108
生产实例十二	La ³⁺ -TiO ₂ 光催化剂制备技术	108
应用实例一	作为燃料电池电极的催化剂	109
应用实例二	麻疯树油生物柴油燃料生产催化剂	109
3.3 稀土纳米氧化铈		114
生产实例一	固相合成氧化铈技术	115
生产实例二	溶胶-凝胶法合成纳米氧化铈及掺杂物 技术	115
应用实例	燃料添加剂	116
3.4 纳米铁氧体		120
生产实例一	共沉淀法铁氧体制备技术	121
生产实例二	喷雾干燥法铁氧体超细微粒制备技术	121
生产实例三	球磨法铁氧体制备技术	122
生产实例四	微乳液法（或反胶团法）纳米粒子制备 技术	122
应用实例一	燃料添加剂	124
应用实例二	纳米醇基燃油添加剂	125
3.5 纳米稀土		126
生产实例一	稀土原料处理技术	128
生产实例二	浓硫酸焙烧工艺	129
生产实例三	萃取分离工艺	129
应用实例	纳米燃油添加剂	132
3.6 钙钛矿型稀土复合氧化物		135
生产实例一	机械法生产技术	136
生产实例二	溶胶-凝胶法生产技术	137
生产实例三	燃烧法生产技术	137

生产实例四	微波法生产技术	138
生产实例五	LaCrO ₃ 系钙钛矿型稀土制备技术	139
生产实例六	LaCoO ₃ 催化剂制备技术	140
生产实例七	双钙钛矿型氧化物制备技术	141
生产实例八	超细钙钛矿型氧化物制备技术	142
生产实例九	超声波法纳米稀土复合氧化物制备 技术	143
生产实例十	钙钛矿型 LnCrO ₃ 和 LnAlO ₃ 纳米材料 ..	144
应用实例一	La ₂ O ₃ -NiO 催化剂光催化降解技术	144
应用实例二	铬酸铜/氧化铝材料制备技术	146
应用实例三	纳米燃油助燃剂	146
应用实例四	柴油添加剂分散体	147
应用实例五	堇青石蜂窝陶瓷载体贵金属催化剂涂层 材料	147

第 4 章 高能燃烧剂 152

4.1 端羟基聚丁二烯	152
生产实例一 稀土催化剂体系制备顺-1,4-聚丁二烯 技术	153
生产实例二 聚合原料选取与配合技术	156
生产实例三 乳液聚合技术	157
生产实例四 阴离子聚合技术	160
应用实例一 固体燃料	162
应用实例二 混合燃料晶粒	163
4.2 环戊二烯系产品	166
生产实例一 C ₅ 馏分的分离技术	167
生产实例二 C ₅ 馏分分离过程 IRVAD 技术	168
生产实例三 C ₅ 馏分分段加热技术	169
生产实例四 双环戊二烯选择性部分加氢技术	169
生产实例五 高纯度环戊二烯生产技术	170
生产实例六 溶剂萃取法分离出双环戊二烯技术	170
生产实例七 C ₅ 馏分加氢技术	171

应用实例一	合成环戊二烯系液体燃料技术	174
应用实例二	合成乙二醇基双环戊烯基醚技术	177
应用实例三	合成二氧化双环戊二烯技术	177

第5章 燃烧催化剂 180

5.1	相稳定硝酸铵	180
生产实例一	硝酸铵制备技术	181
生产实例二	相稳定硝酸铵制备技术	181
应用实例一	燃料组合物	183
应用实例二	油包水型爆炸剂乳液	184
5.2	硝酸酯类	187
生产实例一	缩水甘油醚硝酸酯 (GN) 制备技术	187
生产实例二	聚缩水甘油硝酸酯 (PGN) 制备技术	189
应用实例一	醋酸酐/硝酸硝化制备低分子量 PGN 高能 燃烧剂	190
应用实例二	冬季燃油制剂	191

第6章 生物抗氧化剂 194

6.1	β -胡萝卜素	194
生产实例一	从盐生杜氏藻提取胡萝卜素技术	195
生产实例二	氧化镁柱色谱分离法制备技术	196
生产实例三	用螺旋藻提取胡萝卜素技术	196
生产实例四	从红心萝卜中提取胡萝卜素技术	197
生产实例五	超声波强化溶剂提取技术	197
生产实例六	微生物发酵法生产胡萝卜素技术	198
生产实例七	三孢布拉霉菌种制作技术	200
生产实例八	黏红酵母法生产胡萝卜素技术	201
生产实例九	超临界流体萃取胡萝卜素技术	203
应用实例	渣油燃料添加剂	204
6.2	复合多酚	208
生产实例一	茶叶提取生产多酚技术	208

生产实例二	微胶囊油溶性多酚生产技术	211
生产实例三	提取纯化多酚技术	212
生产实例四	茶叶溶剂萃取提取技术	213
生产实例五	减压膜蒸馏植物提取工艺	215
生产实例六	茶叶微波处理技术	216
应用实例一	轻烃改性剂配方	217
应用实例二	甲醇燃料添加剂	218
应用实例三	柴油添加剂分散体	218
6.3 类胡萝卜素		221
生产实例一	提取法生产类胡萝卜素技术	221
生产实例二	生物工程法合成类胡萝卜素技术	222
生产实例三	类胡萝卜素分离技术	225
应用实例一	一种燃料添加剂	227
应用实例二	胡萝卜素和类胡萝卜素作为十六烷值改 进添加剂的燃料添加剂	228
第 7 章 醚基助燃剂		231
7.1 聚醚		231
生产实例一	聚醚合成技术	232
生产实例二	树枝状聚醚合成技术	233
生产实例三	改性嵌段聚醚合成技术	234
生产实例四	甲基封端的聚乙氧基化衍生物合成 技术	235
应用实例一	燃料增热稳定剂	236
应用实例二	柴油添加剂	236
7.2 乙二醇醚		237
生产实例一	环氧乙烷生产乙二醇单乙醚技术	238
生产实例二	改性 ZSM-5 沸石分子筛催化剂	239
生产实例三	乙二醇单丁醚合成技术	239
生产实例四	二乙二醇甲基丁基醚 (DGBME) 合成 技术	240
生产实例五	二甘醇醚合成技术	241

生产实例六	聚乙二醇二甲醚合成技术	241
应用实例一	合成或配制燃油技术	242
应用实例二	90 号汽油生产高标号汽油的添加剂	244
应用实例三	纳米燃油添加剂	244
应用实例四	生产二乙二醇醚醋酸酯技术	245
7.3 丙二醇醚		247
生产实例一	环氧丙烷法生产丙二醇醚技术	248
生产实例二	丙二醇丁醚生产技术	250
生产实例三	丙二醇单乙醚生产技术	251
生产实例四	丙二醇单甲醚生产技术	251
应用实例	燃油添加剂	253
7.4 甲基叔丁基醚		255
生产实例一	化学合成 MTBE 技术	255
生产实例二	MTBE 生物降解技术	259
应用实例一	汽车用醇烃液体燃料	260
应用实例二	甲醇柴油添加剂	260
应用实例三	可替代一部分汽油的液体燃料	261
应用实例四	汽车用醇烃类复合液体燃料	261

第 8 章 酯基助燃剂 266

8.1 醋酸乙酯		266
生产实例一	乙醇一步法技术	267
生产实例二	Amberlyst 15 的大孔树脂催化剂	268
生产实例三	纳米金催化剂	268
生产实例四	醋酸和烯烃催化直接合成法技术	269
生产实例五	乙醇脱氢二聚法	271
生产实例六	乙醛缩合法	271
生产实例七	醋酸/乙烯加成酯化法	272
生产实例八	日本昭和电工公司醋酸和乙烯直接酯化 技术	274
生产实例九	酯化法均相反应催化剂及反应技术	274
生产实例十	酯化法精馏技术	277

生产实例十一	微波酯化法技术	279
应用实例一	用于特制燃烧器具燃料	280
应用实例二	柴油助燃剂	281
应用实例三	乙醇燃料	281
应用实例四	腰果壳液液体燃料	281
应用实例五	清洁石油燃料	282
应用实例六	合成中链支化醇的醋酸酯技术	282
应用实例七	合成乙酰醋酸乙酯技术	283
8.2	稀土醋酸丁酯	284
生产实例一	微波法酯化技术	285
生产实例二	硫酸高铈催化剂	286
生产实例三	活性炭固体负载稀土硫酸盐催化剂	287
生产实例四	强酸性阳离子固体负载稀土催化剂	288
生产实例五	固体超强酸 $\text{Ce}^{4+}-\text{SO}_4^{2-}/\text{SnO}_2$ 催化剂	288
生产实例六	稀土固体超强酸催化剂	289
应用实例一	清洁醇醚汽油车用燃料	292
应用实例二	燃料节能增效剂	292
8.3	己二酸二辛酯	293
生产实例	酯化法生产技术	294
应用实例一	燃料添加剂	298
应用实例二	作为增塑剂成分或原料	298
8.4	环己烷二羧酸二异壬酯	300
生产实例一	微介孔分子筛负载手性钨基催化剂	301
生产实例二	酯化加氢催化剂	303
生产实例三	二氧化钛负载催化剂	305
应用实例	高能燃料	306

第9章 酮基助燃剂 309

9.1	丙酮	309
生产实例一	联产法生产丙酮催化剂	310
生产实例二	异丙苯法生产苯酚并联产丙酮技术	312
生产实例三	MCM-56 新型微孔状沸石催化剂	313

生产实例四	丙烯一步氧化法生产丙酮技术	317
生产实例五	利用 CO ₂ 生物合成丙酮	317
应用实例一	复合液体燃料配方	318
应用实例二	甲醇复合液体燃料配方	318
应用实例三	人工合成汽油	319
应用实例四	高清醇基油燃料 1	319
应用实例五	高清醇基油燃料 2	319
应用实例六	丙酮燃料配方	319
应用实例七	酒精胶凝燃料	321
应用实例八	半固体混合燃料	322
应用实例九	丙酮制备乙酰丙酮技术	322
9.2 甲基异丁基甲酮		325
生产实例一	丙酮常压一步法生产 MIBK 技术	325
生产实例二	Pd 系催化剂	326
生产实例三	一步法工艺	331
生产实例四	MIBK 催化精馏技术	332
应用实例一	合成柴油发动机醚基燃料添加剂	333
应用实例二	燃料配方	335

第 10 章 燃烧活化剂 338

10.1	壬基酚聚氧乙烯醚及衍生物	338
	生产实例一 壬基酚制备技术	339
	生产实例二 壬基酚聚氧乙烯醚制备技术	339
	生产实例三 壬基酚聚氧乙烯醚双子表面活性剂制备 技术	340
	生产实例四 壬基酚聚氧乙烯醚磺酸钠 (NPSO) 制备 技术	341
	生产实例五 醇醚钠盐制备技术	342
	生产实例六 壬基酚聚氧乙烯醚硫酸钠制备技术	342
	应用实例一 低碳节能纳米燃油掺水调和剂	343
	应用实例二 柴油-重油乳化燃料	343

应用实例三	柴油水基燃料	343
应用实例四	汽油助燃剂	344
应用实例五	乳化柴油添加剂	344
10.2	脂肪醇聚氧乙烯醚	345
生产实例一	脂肪醇与环氧乙烷加成聚合（乙氧基化） 技术	347
生产实例二	脂肪醇聚氧乙烯醚合成新技术	348
生产实例三	脂肪醇聚氧乙烯醚合成反应器	350
应用实例一	柴油添加剂	354
应用实例二	乙醇-CNSL 乙氧基化物与汽柴油混合 燃料	354
应用实例三	液体燃料	355
10.3	山梨醇脂肪酸酯	356
生产实例一	山梨醇合成技术	358
生产实例二	山梨醇酯合成技术	358
生产实例三	山梨醇酯生物催化法生产技术	361
应用实例一	复合型柴油乳化剂	361
应用实例二	柴油助燃剂	362
应用实例三	固体乙醇燃料	362
10.4	十二烷基葡萄糖酰胺	363
生产实例一	葡萄糖生产技术	363
生产实例二	葡萄糖酰胺	364
应用实例一	柴油水基燃料配方	368
应用实例二	燃料甲醇添加剂	368
10.5	烷醇酰胺	370
生产实例一	酯化法烷醇酰胺生产技术	371
生产实例二	牛油酸烷醇酰胺制备技术	372
生产实例三	混合油二乙醇胺合成烷醇酰胺技术	373
生产实例四	环氧丙烷单乙醇酰胺制备技术	373
生产实例五	甲酯法烷醇酰胺生产技术	374
生产实例六	棉油烷醇酰胺制备技术	375