

1997

中国交通研究与探索

曹钟勇 张湘伟 主编

中国铁道出版社

1997

中国交通研究与探索

主 编 曹钟勇 张湘伟
副主编 严新平 施 欣
茹继平 翟婉明

中国铁道出版社

1997年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是“97’第二届全国交通运输领域青年学术大会”的论文集。

每两年由国家教委科教委举行的“全国交通运输领域青年学术大会”的宗旨是：进一步推动全国交通运输领域的青年科技工作者之间以及青年科技工作者和老科学家之间的学术交流，探讨和展示我国交通运输领域的发展和所取得的科研成果，以推动我国交通运输的发展。

本论文集所收集的论文涉及汽车工程、路桥港航工程、船舶工程、铁道运输工程、航空工程、交通运输管理科学及其他与交通相关的领域。论文的具体研究内容既关系到我国交通运输业发展的理论和实践中迫切需要解决的一些重大技术经济问题，也关系到我国交通运输发展的长远规划、方针和策略等。值得一提的是，对国防战略交通与交通法规建设等一些热点问题也进行了比较深入的探讨。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国交通研究与探索 / 曹钟勇, 张湘伟主编. - 北京:
中国铁道出版社, 1997. 10
ISBN 7-113-02806-3

I. 中… II. ①曹… ②张… III. 交通运输-研究-中国-文集 IV. U-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 19962 号

1997

中国交通研究与探索

曹钟勇 张湘伟 主编

中国铁道出版社出版发行

(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

河北省遵化市胶印厂印 各地新华书店经售

1997 年 10 月 第 1 版 第 1 次印刷

开本: 787×1 092 1/16 印张: 33.5 字数: 1 309 千字

印数: 1—1 000 册 定价: 100.00 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

'97 全国交通运输领域青年学术大会

主办单位：国家教委科技委

资助单位：国家自然科学基金委员会

铁道部

交通部

民航总局

承办单位：上海铁道大学

协办单位：重庆大学

西南交通大学

北方交通大学

上海海运学院

武汉交通科技大学

集美航海学院

大连海事大学

吉林工业大学

哈尔滨工程大学

西安公路交通大学

长沙交通学院

铁道部科学研究院

重庆交通学院

南京航空航天大学

中国铁道出版社

指导委员会：

主任：沈志云

委员：（按姓氏笔划为序）

王士杰	王存浩	王金华	王德荣	朱剑英
刘人杰	石 洞	孙国正	吴兆麟	李克健
李杰仁	李润培	陈永宽	陈关茂	陈祖慰
凤懋润	张湘伟	张登良	张起森	周翊民
杨士莪	杨兆升	胡正明	郦 萌	俞建洪
袁成琛	秦作睿	秦士元	郭孔辉	鞠家星
戴经梁				

组织委员会：

主任：曹钟勇

副主任：（按姓氏笔划为序）

严新平 施 欣 茹继平 翟婉明

秘书长：骆楚田

副秘书长：苏 煜 马 岩

委员：（按姓氏笔划为序）

丁 康	王晓东	王殿海	左洪福	吴国雄
杨德森	杨国豪	郑健龙	钟家栋	徐大振
章梓茂	谢新连	靳 平	熊永钧	熊安春

序

1997 年是我国历史上值得铭记的一年，曾经长期痛离祖国怀抱的香港，终于回归。祖国的强盛既是国民经济迅速、持续、协调发展的必然结果，又是进一步促进国民经济各行各业加速发展的良好契机。交通运输业作为国民经济的基础产业，必须以坚实的物质基础以及现代化的水准来支撑并推动国民经济的健康发展。在这重要的历史时刻，如何进一步振兴与发展我国的交通运输业，迎接 21 世纪挑战的光荣任务，历史地落到了跨世纪青年科技工作者的身上。国家教委科技委在成功地举办了“首届全国交通运输领域青年学术大会”之后，又于今年举办了“'97 第二届全国交通运输领域青年学术大会”。其宗旨就是要进一步推动全国交通运输领域的青年科技工作者之间以及青年科技工作者和老科学家之间的学术交流；探讨和展示我国交通运输领域的发展和所取得的科研成果；并推动我国交通运输领域的青年科技工作者为我国交通运输的发展，兢兢业业、踏踏实实地开展科学研究工作。

本届学术大会共收到论文近 300 篇，作者年龄均在 45 岁以下，来自全国交通运输领域包括铁路、公路、水运、航空等部门的有关院校（含军事院校）、科研机构和企事业单位，一些留学海外的年轻学者也积极参与。这既表征了战斗在我国交通运输领域各条战线上的青年科技工作者刻苦钻研、蓬勃向上的精神风貌，也体现了我国交通运输领域兴旺发达，人才倍出的可喜前景。

这一本论文集收录的百余篇学术论文是在近 300 篇来稿的基础上经初评和复评严格挑选出来的。内容涉及汽车工程、路桥港航工程、船舶工程、铁道运输工程、航空工程、交通运输管理科学及其它与交通运输相关的领域。论文的具体研究内容既关系到我国交通运输发展的理论与实践迫切需要解决的一些重大技术经济问题，也关系到我国交通运输业发展的长远规划、方针和策略等。值得一提的是，对国防战略交通与交通法规建设等一些热点问题也进行了比较深入的

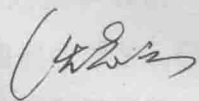
探讨。

百业待兴，贵在坚持。与上届一样，我认为本届学术大会所选录的论文基本上反映了我国交通运输领域的学术动态和水平，其研究成果对进一步推动我国交通运输业的发展将起到十分有益的作用。我希望青年科技工作者能“百尺竿头，更上一层楼”，为我国交通运输业的发展作出更大贡献。

中国科学院院士

中国工程院院士

西南交通大学教授



1997 年 10 月

目 录

一、汽车工程

1. 固体超强酸 C_5-C_6 催化异构化活性影响因素研究	吕卢峰	1	9. 公路车辆动态称重系统	刘亚蒙	22
2. 重催柴油不安定组成及非加氢精制	蹇江海等	4	10. 汽车支持轮自动提升装置的研制	李志中等	25
3. 纤维增加复合材料中斜交纤维在裂纹张拉扩展中的横向弯曲问题	胡步超等	7	11. 高原汽车节能净化产品的试验评定及优选	李志中等	29
4. 汽车防抱制动系统 (ABS) 抗路面不平度研究初探	余卓平	9	12. 模糊控制在试验点自动迁移中的实践与应用	彭 炜等	32
5. 涡轮增压器叶型模具的数学模型	楼狄明等	12	13. 汽车发动机万有特性曲线簇计算机绘制算法	彭 炜等	33
6. 汽车转鼓试验和道路试验相关性分析	楼建平	15	14. 计算机控制汽车的电磁环境和提高可靠性措施	巨永锋等	36
7. 基于制动协调时间的制动过程动态仿真	张丕付等	16	15. 汽车实验室自动化系统	李克强等	39
8. 汽车制动防抱系统试验研究探讨	孙仁云	19			

二、路桥港航工程

1. 港口国际集装箱公路集疏运系统规划研究	赵广彬	42	17. 水泥混凝土路面缩缝间距与摩阻力	朱梦良等	86
2. 公路交通噪声对人影响的研究	杨满宏	49	18. 有限元位移反分析直接法的一种改进算法	严仁军等	88
3. 道路的就地冷再生	赵文光	51	19. 钢管混凝土灌注秩序对钢管拱应力的影响	郑 春	90
4. 三峡工程的航运建设面临的机遇和挑战	李献中等	53	20. 单片新型桥梁的技术研究	郑凯峰等	92
5. 港口装卸机械设备的更新模型研究	卢玉贞	55	21. 结构可靠性理论与桥梁承载能力评估	李亚东	95
6. 桥头搭板对桥台的作用分析	刘文会等	57	22. 桥梁工程 CAD 系统的建模方法	赵慧娟等	97
7. 体外预应力, 方兴未艾的结构形式	徐 栋	58	23. 道路基本通行能力倡议	晏启鹏	99
8. 桥梁结构抗震安全设置标准的研究	胡 勃等	61	24. 弯道河床地貌的形成及规律研究	王平义	101
9. 悬索桥三维力学性能的有限元分析	潘永仁等	64	25. 107 国道焦冲隧道、石仓岭隧道营运通风优化设计	刘 伟等	103
10. 浦东国际机场航站区高架桥主梁伞形支架研究	张启伟等	67	26. 大跨径 RC 拱桥悬臂挂篮施工工艺关键技术管见	王福敏	106
11. 土工合成材料在道路及公路工程中的应用浅析	周 成	70	27. 曲线坐标下的厚板分析	王银辉	109
12. 天津港高桩码头锈蚀破损面板残余承载力试验及估算方法研究初探	邓 冰等	72	28. 纵坡优化的研究	陈 环	111
13. 近岸港口海域水体含沙量的计算方法研究	孙连成	76	29. 中线上设有缓和曲线的公路弯道设计	柏松平	112
14. 面向 21 世纪, 大力发展公路集装箱运输	成耀荣	79	30. 纵向斜坡码头型式浅析	陈 辉	115
15. 公路监理中的数理统计分析	李清波	81	31. 倡议高等级公路路基施工中质量病害的处治	杨国荣	117
16. CJ 系水泥混凝土路面快速早强剂作用机理的研究	刘大梁等	84	32. 交通事故车辆碰撞及车辆技术状况分析研究	陈章炯等	120

目 录

一、汽 车 工 程

1. 固体超强酸 C_5-C_6 催化异构化活性影响因素研究	吕庐峰	1	9. 公路车辆动态称重系统	刘亚蒙	22
2. 重催柴油不安定组成及非加氢精制	寒江海等	4	10. 汽车支持轮自动提升装置的研制	李志中等	25
3. 纤维增加复合材料中斜交纤维在裂纹张拉扩展中的横向弯曲问题	胡步超等	7	11. 高原汽车节能净化产品的试验评定及优选	李志中等	29
4. 汽车防抱制动系统 (ABS) 抗路面不平度研究初探	余卓平	9	12. 模糊控制在试验点自动迁移中的实践与应用	彭 炜等	32
5. 涡轮增压器叶型模具的数学模型	楼狄明等	12	13. 汽车发动机万有特性曲线簇计算机绘制算法	彭 炜等	33
6. 汽车转鼓试验和道路试验相关性分析	楼建平等	15	14. 计算机控制汽车的电磁环境和提高可靠性措施	巨永锋等	36
7. 基于制动协调时间的制动过程动态仿真	张丕付等	16	15. 汽车实验室自动化系统	李克强等	39
8. 汽车制动防抱系统试验研究探讨	孙仁云	19			

二、路桥港航工程

1. 港口国际集装箱公路集疏运系统规划研究	赵广彬	42	17. 水泥混凝土路面缩缝间距与摩阻力	朱梦良等	86
2. 公路交通噪声对人影响的研究	杨满宏	49	18. 有限元位移反分析直接法的一种改进算法	严仁军等	88
3. 道路的就地冷再生	赵文光	51	19. 钢管混凝土灌注秩序对钢管拱应力的影响	郑 春	90
4. 三峡工程的航运建设面临的机遇和挑战	李献中等	53	20. 单片新型桥梁的技术研究	郑凯峰等	92
5. 港口装卸机械设备的更新模型研究	卢玉贞	55	21. 结构可靠性理论与桥梁承载能力评估	李亚东	95
6. 桥台搭板对桥台的作用分析	刘文会等	57	22. 桥梁工程 CAD 系统的建模方法	赵慧娟等	97
7. 体外预应力, 方兴未艾的结构形式	徐 栋	58	23. 道路基本通行能力诤议	晏启鹏	99
8. 桥梁结构抗震安全设置标准的研究	胡 勃等	61	24. 弯道河床地貌的形成及规律研究	王平义	101
9. 悬索桥三维力学性能的有限元分析	潘永仁等	64	25. 107 国道焦冲隧道、石仓岭隧道营运通风优化设计	刘 伟等	103
10. 浦东国际机场航站区高架桥主梁伞形支架研究	张启伟等	67	26. 大跨径 RC 拱桥悬臂挂篮施工工艺关键技术管见	王福敏	106
11. 土工合成材料在道路及公路工程中的应用浅析	周 成	70	27. 曲线坐标下的厚板分析	王银辉	109
12. 天津港高桩码头锈蚀破坏面板残余承载力试验及估算方法研究初探	邓 冰等	72	28. 纵坡优化的研究	陈 环	111
13. 近岸港口海域水体含沙量的计算方法研究	孙连成	76	29. 中线上设有缓和曲线的公路弯道设计	柏松平	112
14. 面向 21 世纪, 大力发展公路集装箱运输	成耀荣	79	30. 纵向斜坡码头型式浅析	陈 辉	115
15. 公路监理中的数理统计分析	李清波	81	31. 诤议高等级公路路基施工中质量病害的处治	杨国荣	117
16. CJ 系水泥混凝土路面快速早强剂作用机理的研究	刘大梁等	84	32. 交通事故车辆碰撞及车辆技术状况分析	陈章炯等	120

33. 半刚性路面材料动态性能室内评价理论及方法研究	沙爱民等 125	40. 透水性沥青路面研究综述	刘朝晖等 142
34. 大跨度拱桥的跨径极限分析	刘来君 127	41. 沪杭高速公路长辛塘大桥大跨径、大吨位龙门吊设计与应用	肖国强等 146
35. 悬索桥缆索架设阶段的垂度控制	郭晓光 129	42. 拟合与线元一体化的匝道平面线形曲线型设计方法	吴国雄 148
36. 路面材料干燥收缩系数测试与误差分析	孙朝云等 131	43. 互通式立交线形质量评价	曹荣吉等 151
37. 可变情报板的研究	刘伟铭等 133	44. 两岸海上直航福建东南沿海港口功能的转化与对策研究	王鸿鹏等 154
38. 大跨度混凝土斜拉桥几何非线性分析	梁 硕等 135	45. 泥沙淤积对川维厂码头影响研究	李华国等 158
39. 膨胀土公路路基稳定性研究	杨和平等 138		

三、船 舶 工 程

1. 21 世纪长江中上游货运船型展望	王丽铮等 161	10. 无人机舱监测报警系统研究	张建科等 184
2. 宽阔水域船舶避碰智能化方法的研究	李丽娜等 164	11. 船舶结构维护问题的可靠性方法	孙海虹等 186
3. 船舶驾驶自动化初探	曾华岚 166	12. 高速集装箱船结构设计波浪载荷的确定	陈起斌 190
4. 船舶水动力粘性问题的数值方法	张谢东等 168	13. “二汽”汽车运输船舶体结构的研究	杨 平等 193
5. 柴油机滑动主轴承故障振动诊断机理的研究	胡以怀等 171	14. 高速船的防振与减振研究	吴卫国 195
6. 基于磨粒图像诊断船舶柴油机故障的研究	严新平 175	15. 船舶调度系统的优化	陈代松等 198
7. 试论船用“黑匣子”及实施方案	袁益林等 178	16. 船舶操作信息自动记录系统的设计	黄建设 201
8. 船舶推进轴系零件基本尺寸的计算研究	王贤烽等 180	17. 基于知识的集装箱船舶自动配载系统	胡郁蕊 203
9. 轮机动态模拟系统研制	黄凯豪等 182	18. 厦门港及附近水域 VTS 的研究	张杏谷 206
		19. 论舰船操纵性辨识	王 强等 209

四、铁道运输工程

1. 铁路大系统动力学理论体系的研究	翟婉明 212	10. 我国关节式集装箱平车设计方案探讨	张四枚 237
2. 列车提速条件下铁路区段通过能力的系统仿真分析模型研究	徐瑞华 215	11. 250t 长大货物车底架的强度分析	吴 波等 238
3. 编组站阶段计划解编作业与到发线占用优化模型的研究	何世伟等 217	12. ND ₅ 内燃机车 7FDL-16 型柴油机主机油泵、水泵联合试验台的研制	虞丽娟 240
4. 烟大线铁路轮渡船桥方案探讨	谢新连 220	13. 磁性流体及其在机车车辆减振器中的应用	李德才等 243
5. 溜放进路分布式微机自动控制系统的研究	战司令等 223	14. 高速铁路列车状态基维修机制及其技术探讨	李文侠等 245
6. 机车迫导向转向架曲线通过性能分析	黄 伟等 225	15. 高速列车牵引变压器漏磁场及短路阻抗的计算	张秀荣 248
7. 端轴耦合式径向转向架的动力学性能分析	沈 钢 228	16. 铁路纵断面设计优化的新模型	叶霞飞等 251
8. 机车电传动参数计算及仿真系统软件研制	张显库等 232	17. 论铁路设计工程数据库的建立	李海峰 254
9. 高速列车传动方式的最好选择——交流电传动	沈玉琢等 234	18. 用 ADS 开发铁路线路纵断面绘图程序	刘卫星等 256

19. 无缝提速道岔钢轨温度力与变形的研究 蔡成标等 258	26. 高速铁路仿真系统 钱雪军等 275
20. 城市轨道交通系统类型的选择 刘 岩 260	27. 地铁驾驶模拟器视觉仿真研究 谭喜堂 277
21. 城市高架轨道交通轨道结构选型研究 耿传智等 262	28. 预防无缝线路胀轨跑道和断轨的新结构——自适应无缝线路 杜彦良等 280
22. 路基动力参数测试与基床病害整治效果的比照分析 周文杰等 265	29. 新型铁路运输集装箱车辆初探 王古信 283
23. 铁路工程数量模糊数据库系统的研究 王齐荣等 268	30. 提高列车确报质量之我见 王志刚 285
24. 关于超限货物判定标准的研究 鞠殿铭等 270	31. 应用专家系统调整列车运行 王志刚 288
25. 列车提速面临的路基问题及其对策 周顺华等 273	

五、航 空 工 程

1. 结构系统可靠性分析的载荷传递路线模型 顾 怡等 292	4. HG480-E1 型 DADC 适配器及测试软件 宋 莉等 302
2. 机场容量估计模型与估计方法研究 胡明华等 295	5. 民航飞机可靠性控制的风险分析方法 吕海波等 306
3. 空中交通流量管理中的多元受限地面等待策略问题研究 胡明华等 297	6. 航空移动通信 曹显祥 309
	7. 论空中交通管制对稳定进近的影响 何秋剑 312

六、交通运输管理

1. 城市交通的发展规律与我国城市交通的发展战略及规模 曹钟勇 315	15. 最优控制动态交通分配的遗传算法 姜桂艳等 351
2. 对策论研究的历史、现状与未来 施 欣 318	16. 我国高速公路交通量预测技术应用问题研究 贾文华等 354
3. 我国交通运输的发展历程与新格局 谢如鹤等 322	17. 高速公路建成初期交通量剧增现象的研究 李世武 358
4. 论我国综合运输网络体系发展的协调问题 吴群琪 324	18. 关于公路交通可持续发展的思考 胡长顺 359
5. 论运输市场有序化 王怡民 326	19. 推进公路运输业结构战略调整的思路 李纪治 364
6. 地理信息系统 (GIS) 与交通运输 朱 中等 328	20. 地理信息系统及在云南公路规划运输中的应用 方向池等 366
7. 综合交通运输项目评价与实证分析 李雪梅 330	21. 成渝高速公路旅客乘行意向调查与分析 张 运等 370
8. 提高中国交通运输业服务质量的前景初探 翟锦忠等 333	22. 公路客车舒适性水平的综合评价 朴基男 372
9. 中国跨地区交通基础设施协调发展途径探索 刘 伟 335	23. 上海高架道路上下匝道周围道路车流特征分析 范文毅 376
10. 城市交通规划对城市总体规划的信息反馈模型 杨希锐等 339	24. 普陀区道路交通网络规划方案设计与分析 顾保南等 379
11. 军事交通运输网络限制区段能力扩展定量分析 海 军 341	25. 交叉路口的通行权和最短路径的算法 汪 晓 381
12. 城市交通发展的“不可持续性”问题及对策 张新宇 343	26. 港口经营发展战略研究 高惠君 384
13. 城市轨道交通系统选择的技术经济方法研究 韩 萍 345	27. 加入 WTO 对中国国际海洋运输业的影响与对策 吕 靖 387
14. 城市公交线网优化的研究 周传谊等 348	28. 海上交通事故的灰色预测 郑中义等 389
	29. 港口装卸机械选型决策支持系统研究 刘 巍等 392

30. 简论主要海运跨国公司的联营战略	王 杰	395	43. 运输市场非均衡与铁路部门的对策	王怀相等	426
31. 船舶交通管理与目标跟踪	索继东等	397	44. 铁路现场的计算机集中监测和通信系统	景 冰等	428
32. 港口水域交通安全综合评估系统	杨 丹等	399	45. 试论机场管理体制改革的若干问题	毛清芳等	430
33. 港口船舶交通管理信息系统	王也平等	402	46. 空中交通管理辅助决策系统的开放网仿真器和控制器	肖 靖等	432
34. 港口投资规划决策支持系统研究	贾红雨等	405	47. 试论美国民航管理机制的特点和问题	徐月芳等	435
35. 港口投资规划决策支持系统中的人机接口研究	朱 俊	407	48. 立足现状,着眼未来,建立重庆直辖市水上交通网	陈顺怀等	438
36. 福厦水上高速客运可行性初步分析	张晓敏等	409	49. 动态配流问题的离散模型及其最优解	许伦辉等	440
37. 一种采用模糊控制的舵减摇系统的仿真研究	郑明辉等	411	50. 一种运输系统的优化与模拟技术	胡 培等	443
38. 铁路运量分配模型及灵敏度分析	徐 刚等	413	51. 单通道可变输入流的交通随机服务系统分析	周 伟等	445
39. 我国铁路运输管理体制改革的探讨	刘延平等	416	52. 交通流宏观基本参数及其关系式	刘灿齐	447
40. 从水平调整到体制改革——我国铁路运价改革问题的系统探索	朱中彬	418	53. 车站列车到发控制与管理模拟系统的研究	马建军等	451
41. 铁路选线设计中的环境考虑——基于环境影响评价、土地使用和防灾减灾	周华国等	421	54. 铁路运输管理体制改革的理论分析	郭华伟	453
42. 铁路建设环境影响评价的几个主要问题	张耀平等	423	55. 借鉴外国模式,提高我国收费公路管理水平	付俊凤等	455
			56. 我国铁路运输企业导入 CI 战略问题研究	叶 龙等	458

七、其 它

1. 英国高速公路系统和法规建设的现状和发展	陈焕江	463	13. 调整铁路运输结构,加快铁路客运发展	翁振松	494
2. 完善《铁路法》,加强铁路法规化管理	彭兆祺	466	14. 从系统工程看高速铁路安全保障系统	祝继常	496
3. 市场经济中铁路运输企业法律特征的分析	王稼琼等	469	15. 既有线牵引供电系统提速技改对策探讨	罗庆中	497
4. 铁路货物运输合同法律规定的缺陷及修改建议	佟 琼	471	16. 城市快速轨道交通技术装备国产化的研究	石素琴等	500
5. 修改国际海上避碰规则的依据、原则和方案	朱 军	474	17. 多媒体教育在铁路技术培训中的应用	徐端新等	502
6. 试论现代企业制度下铁路运输财会改革	文海涛	477	18. 机助评标的模型与方法	袁剑波等	506
7. 铁路在市场竞争中发展的激励机制	涂 锦等	480	19. 设备管理与信息	范世东	508
8. 实施《国际安全管理规则》对海员的影响	付玉慧等	483	20. 维修管理工程智能化探讨	周新聪等	511
9. 经济发展的运输成本降低模式	熊永钧	485	21. 弦的大挠度振动	吕江波	513
10. 铁路运输企业融资结构的财务分析	许秋儿	487	22. 叶轮机械完全三元流动流函数有限元解	刘建华	516
11. 我国高速公路项目财务效益与可持续性评价问题探讨	罗江浩等	490	23. 不锈钢带极堆焊接头的显微组织研究	李爱农等	518
12. 铁路与西欧经济增长	张 文	492	24. 钛/钢覆板爆炸焊接界面的显微组织特征	潘春旭等	520
			25. 规范管理、改善组织,推行调车作业方案	高凤崑	522
			26. 发展市场经济与环保国策的基本政策	肖益群等	524

一、汽车工程

1. 固体超强酸 $C_5 \sim C_6$ 催化异构化活性影响因素研究

(吕庐峰 石油大学重质油加工国家重点实验室 北京 102200)

〔摘要〕 本文考察了制备条件、水含量两方面对固体超强酸催化剂的异构化活性的影响。

〔关键词〕 固体超强酸 异构化 水含量 氢压

1 简介

目前由于汽油的辛烷值需要和日益严格的环保要求,改善汽油的添加组分是当今必行之道,在汽油中加入异构化油是其中主要途径之一。美国 1989 年汽油中含异构化油 5.0%,1995 年汽油中含异构化油达 10%。一般若采用一套异构化装置,炼厂出厂汽油辛烷值可提高 2~3 个单位,且加工费用低,工艺简单。 $C_5 \sim C_6$ 的异构是其中较为有前景的一部分,见表 1 所示。

表 1 $C_5 \sim C_6$ 各组分的辛烷值对比

烷 烃	辛烷值	
	研究法	马达法
正戊烷	61.7	61.9
2-甲基丁烷	92.3	90.3
正己烷	24.8	26.0
2,2-二甲基丁烷	91.8	93.4
2,3-二甲基丁烷	103.4	94.3
2-甲基戊烷	73.4	73.5
3-甲基戊烷	94.5	74.3

超强酸是一种比 100% 的硫酸还要强的酸($H_0 < -11.93$),可用作烷烃异构化催化剂。由于超强酸的酸强度高,故对异构化这一轻度放热反应来说,可以降低反应温度,有利于减少裂化,提高产率和选择性。

目前超强酸在物态上可分为液体和固体超强酸两种,采用均相液体催化剂时,存在着产物难于分离,设备腐蚀,废液污染等一系列严重问题。近十几年发展起来的固体超强酸,在应用中克服了均相反应的一些缺点,为超强酸异构化催化剂的工业应用开拓了广泛的前景。迄今为止,已开发了三种固体超强酸:

- (1) 将液体酸固定于高比表面的载体而得到的负载酸;
- (2) 由金属卤化物结合金属盐而得到的结合酸;
- (3) 硫酸—金属氧化物。业已合成的含有卤素的

固体和液体超强酸,多数存在着催化剂组分流失等问题。

1979 年,日野诚首次报道了无卤 SO_4^{2-}/M_xO_y 固体超强酸体系。该体系的催化剂是用稀 H_2SO_4 或硫酸盐浸渍某些金属氧化物,经高温焙烧得到的固体超强酸。目前已成功地制备出 ZrO_2 、 TiO_2 、 SnO_2 、 Fe_2O_3 和其它一些氧化物为基体浸渍 SO_4^{2-} 、 WO_4^{2-} 等阴离子的各种超强酸,其中以 SO_4^{2-}/ZrO_2 酸性最强,其酸度是 100% 硫酸的 1 万倍,对正碳离子过程反应,均显示出很高活性,甚至在常温下就有显著活性。因此,目前研究工作主要集中在 SO_4^{2-}/ZrO_2 型催化剂上。

SO_4^{2-}/ZrO_2 型催化剂催化烷烃异构化的反应,可以在较低的温度下达到较高的活性。这种催化剂不含卤素,结构较稳定;无腐蚀,原料中水和硫的精制要求也不十分苛刻。目前由于固体超强酸催化剂在异构化反应中具有很高的活性,但失活较快。因此是否引入 Pt 之类加氢用的贵金属,成为众人争论的焦点。本文将对此作一讨论。另外催化剂的制备方案、预处理和不同的反应条件也会对催化剂活性产生很大的影响,如焙烧温度、预处理过程、原料含水量、氢压、反应温度等,以及它们之间的内在联系,本文将作一论述。

2 催化活性的影响因素

文献的调研表明,催化剂的制备方案和水含量均对催化剂的反应活性与稳定性造成极大的影响,其中水含量包括催化剂的含水量和原料含水量的两者的综合影响。我们认为催化剂的含水量主要由预处理控制,而对于长期连续反应来说原料含水量是影响催化剂含水量的关键因素。下面我们将一一讨论。

2.1 SO_4^{2-}/ZrO_2 催化剂的制备方案的影响

目前报道的 SO_4^{2-}/ZrO_2 催化剂的制备方法通常是将 Zr 的可溶性盐类如 $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ 、 $ZrCl_4$ 等,用水或其它溶剂溶解,然后加入沉淀剂,得到较纯净的氢氧化物或水合氧化物,再用含有一定 SO_4^{2-} 浓度的溶液处理,在一定的温度下焙烧即可。形成超

强酸必须满足以下两个基本条件:

(1) ZrO_2 由无定型转化为四方晶型;

(2) 浸渍到样品上的水和游离的硫酸脱尽,余下的 S 以硫酸根的形式与晶体表面结合。

但具体的制备方法对该催化剂的催化活性有极大的影响,如焙烧温度、 H_2SO_4 浓度、采用盐的种类和溶剂等。于中伟博士的研究工作表明:

1. 在 $500^\circ\text{C} \sim 800^\circ\text{C}$ 之间焙烧才能形成超强酸。

2. 在无水有机溶剂中合成的催化剂 (ESZ) 可获得更高的活性。

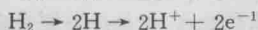
3. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 或 H_2SO_4 均可合成出超强酸催化剂, S/Zr 原子比为 0.5。

B. H. Davis 研究 表明 采用 0.05M 和 0.25M H_2SO_4 制备的 $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ 在同样的温度焙烧后,两者活性相同,由此可以认为在制备方案中焙烧温度是最为重要的因素。

2.2 Pt 与氢压的关系及其作用

由于不载铂的 $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ 催化剂在反应过程中,会因积炭而失活。日本马场等人发现在 $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ 引入 Pt、Pd、Ni 等金属在临氢条件下反应可以大大提高催化剂的寿命。Hosoi 等人采用 Pt- $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ 催化剂在 200°C , 3.0MPa 下连续反应 1000h 小时后,正戊烷的转化率仍在 70% 左右,说明催化剂的稳定性良好。但是不是铂的加入对活性的维持是必须的,下面本文将作一讨论。

Ebitani 等人得到了吡啶吸附在 Pt- ZrO_2 , $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ 和 Pt- $\text{SO}_4^{2-}-\text{ZrO}_2$ 上的谱图,结果表明 Pt- ZrO_2 和 Pt- $\text{SO}_4^{2-}-\text{ZrO}_2$ 的表面酸几乎全是 L 酸,而只有 $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ 才有 B 酸。从脱附温度曲线来看,作者可以判定 Pt- $\text{SO}_4^{2-}-\text{ZrO}_2$ 表面的 L 酸比 Pt- ZrO_2 和 $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ 的都要强。Ebitani 等人报道,对于烃类的骨架异构, Pt- $\text{SO}_4^{2-}-\text{ZrO}_2$ 仅在 H_2 分子存在的情况下才具有较高的催化活性,同时也否定了双功能催化机理,因为在该机理中脱氢步骤在氢气存在的条件下是十分不利的。目前许多研究者证实了 Pt 上存在着氢溢流的现象。首先 H_2 在 Pt 上解离吸附为两个 H 原子,再溢流到 $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ 上,在那里 H 变为 H^+ ,放出电子 e^- 或形成 H^- ,可以用下式作一基本描述:



由于 $\text{S}=\text{O}$ 键强吸电子性,使其成为 e^- 或 H^- 的接受体,使得相应的 L 酸减弱,换句话说,在 H^+ 产生的同时,也伴随着 L 酸的弱化。由此我们可以大致判断,在骨架异构的反应中,强 B 酸是催化活性中心,其中 Pt 起着非常重要的作用。这一点与 B. H. Davis 所得结果是一致的。在具体反应中 Pt 的作用,不仅是产生氢溢流,同时还具有加氢抑制生焦的作用,因此 Pt- $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ 在反应中虽有裂化产物的出现,但是却能长周期的运转而不至于结焦失活。但是是不是必须加 Pt 才可以维持催化剂的活性,文献报道众说纷纭。于中伟博士采用 $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ 催化剂时, H/烃比为 4 左右,总压为 2.0~4.0MPa,

150~200 $^\circ\text{C}$ 下进行正戊烷的异构化反应,连续运转了 130 小时,选择性亦可高达 95% 以上。因此可以说, Pt 对活性的维持不是必要的,只要存在适当的氢压即可。Garin 新近报道,也认为 Pt 对 $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ 活性的维持不是必要的,过量的氢气同样可以使催化剂的活性得以保持。另外从酸性的角度考虑, Pt 在氢气气氛中,易将 SO_4^{2-} 中的 S 还原到低价,使得催化剂丧失超强酸性,从而导致催化剂的失活。因此用提高氢压等方法来取代 Pt 的作用将是日后该催化剂的发展趋势。

2.3 预处理过程的选择

催化剂的 B/L 酸基的比例直接与其表面水含量有关,因此在使用前的预处理就显得尤为重要。特别是采用的预处理气体和温度,是影响活性的两个关键因素。但是遗憾的是这一问题并未引起重视,有关的文献报道也很少。

于中伟将 ESZ 催化剂分别在 H_2 和 N_2 中加热,测定它们的失重曲线,(见图 1),得出结论认为在临氢条件下,预处理温度不要超过 400°C ,否则将会造成 SO_4^{2-} 的分解和流失,从而导致超强酸性的丧失。

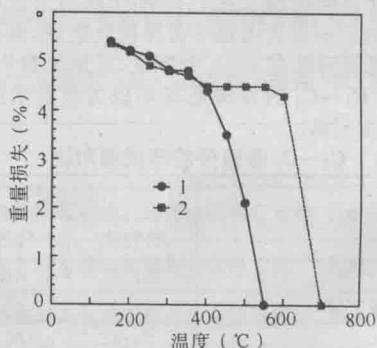


图 1 ESZ 催化剂分别在 H_2 和 N_2 中热失重曲线
1- H_2 2- N_2

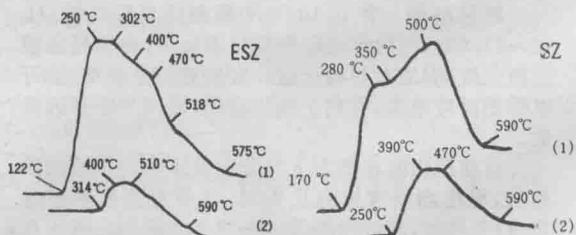


图 2 ESZ 和 SZ 催化剂 TPD 在氮气中的曲线

我们曾作过 ESZ 和 SZ 两种催化剂的 TPD 曲线(见图 2),可以看出经过第一次近 600°C 的氮气吹扫,(曲线 1)降温后,第二次吹扫仍出现了水峰,说明第二次脱除的水可能是催化剂中的结构水,这些水对于形成强 B 酸结构有着密切联系。为了证实这一猜测,我们采用 Pt- $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZrO}_2$ 催化剂在常压微

反装置上进行正戊烷的异构化反应,为了强化预处理过程催化剂的脱水效果,连续在 300℃和 350℃下用氢各吹扫 0.5h 后,180℃连续进行反应,原料含水量为 20ppm,测定活性如下图 3:

由图 3 可以看出当预处理温度(300~350℃)高出 TPD 中第二次起始脱水时的温度(250℃)时,催化剂初活性很低(只有 10%左右),然后活性逐渐升高,至 18%左右达到最大值,继而下降至稳定活性。

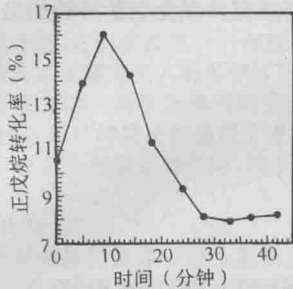


图 3 PSZ 催化剂常压反应活性曲线

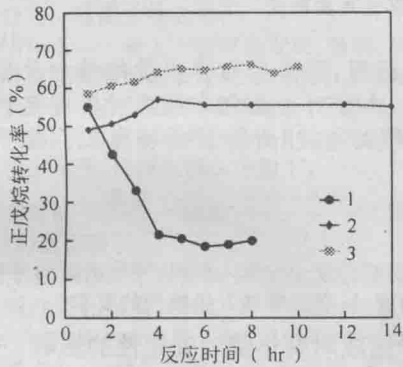


图 4 不同含水量对催化剂反应活性的影响
(1)原料含水 200ppm (2)原料含水 20ppm
(3)原料含水 10ppm

反应条件:200℃、2.0MPa、氢/烃比 4、重量空速 2.5hr⁻¹,催化剂 SZ250℃氢气中吹扫 1hr 后反应

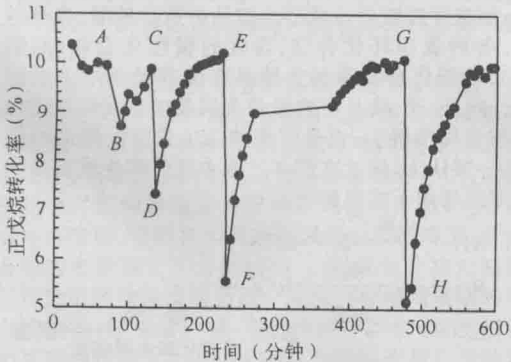


图 5 200℃下不同注水量的活性曲线

A—注水 0.5μL;C—注水 1.0μL
E—注水 2.0μL;G—注水 4.0μL
(注:未扣除原料中异戊烷的含量 4.2%左右)

因此可以认为预处理脱去的部分水是形成强 B 酸基的结构水,由于原料中水的吸附作用,使得催化剂表面恢复强 B 酸结构,但是由于水的进一步带入,逐步弱化了 B 酸,直至达到该反应温度下的吸附与脱附平衡。因此预处理温度设定在略高出 TPD 中第二次起始脱水时的温度(250℃)即可获得最佳活性。

2.4 原料含水量的控制

当然仅仅由预处理来控制催化剂的含水量,是远远不够的。原料中的含水量是一个其中的控制因素。于中伟采用三种不同的含水的原料在高压微反上的活性结果表明:(见图 4)在相同的温度下,对于原料水含量越高的反应,正戊烷的转化率愈低,要维持催化剂有效高活性,就必须提高反应温度。

为了进一步考察原料中水的影响,我们采用了 P₂O₅—Na 完全干燥的正戊烷,300℃氢吹扫 0.5gPSZ 催化剂 2h,200℃下连续反应,在稳定活性条件下注入不同量的水脉冲,催化剂的活性见图 5。

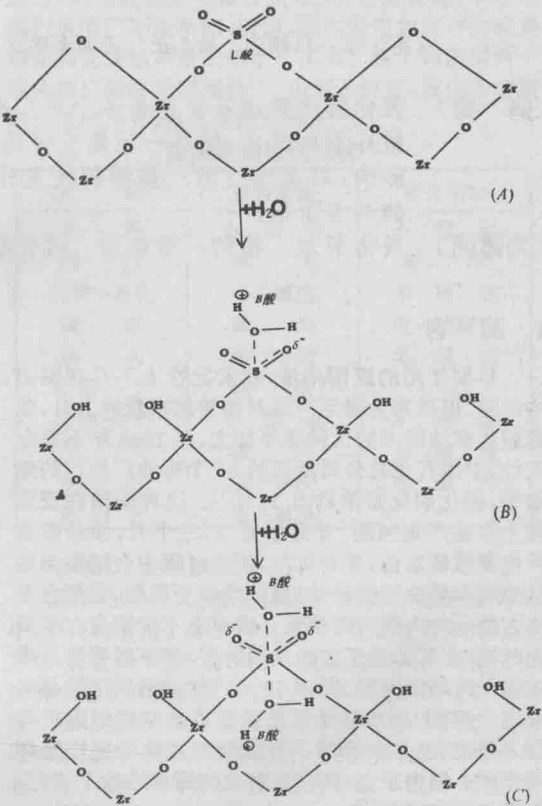


图 6 表面酸中心示意图

注:A——催化剂焙烧后形成的强 L 酸结构;
B——强 L 酸结构吸收一分子水后形成的强 B 酸结构;
C——强 L 酸结构吸收两分子水后形成的弱 B 酸结构。

由图 5 可以看出,200℃下连续反应达到稳定活性后,分别注入 0.5、1.0、2.0 和 4.0μL 水,正戊烷的

转化率均发生不同程度的下降,分别为 1.3%、2.5%、4.5%和 5.0%左右,但逐渐均可以恢复到活性水平。其中在注入 2.0 μ L 水后,其生成异戊烷的转化率为 5.5%左右而原料中本底就含 4.2%的异戊烷,因此可以认为催化剂已基本失活,也就是说,当催化剂在干燥之后,再增加 0.4%的水量就会引起催化剂的失活。而注入 4.0 μ L 水后,催化剂的活性下降值并没有比注 2.0 μ L 时的多许多,也可以说明这一点。若根据图 6 所示的模型中吸水失活的表面结构(C),我们可以大致推算出该温度下(200 $^{\circ}$ C)的强 B 酸中心数目为 1.34×10^{20} 个/克。

3 结 论

(1)催化剂的制备方案中,焙烧温度是后续超强

酸性形成的关键;

(2)催化剂存在两种失活形式,一种为永久性失活一积炭,另一种为水失活。加入 Pt,能有效地抗积炭,有利于催化剂的稳定性,但是 Pt 的加入不是必须的,一定的氢压也可取代 Pt 的作用。预处理过程和原料含水量是影响催化剂含水量的主要因素,而含水量与活性大小是密切相连的,含水量过高或过低均不能得到最佳活性。在一定的处理条件下,原料含水量越高所需维持催化剂的活性的温度也就越高。

2. 重催柴油不安定组成及非加氢精制

(蹇江海 刘耀芳 杨九金 石油大学重质油加工国家重点实验室 北京 102200)

〔摘 要〕 催化裂化柴油不安定是各个炼厂普遍存在的问题,随着柴油需求量的增加及柴油新标准的提出,使这一问题变得越来越突出。本文对柴油化学组成对其安定性的影响,以及现行的一些精制措施作了较为详细的描述,对今后的研究工作有一定的参考价值。

〔关键词〕 裂化柴油 精制 添加剂 硫化物 氮化物

1 前 言

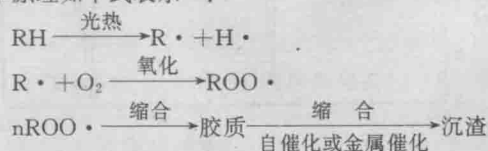
早期使用的直馏柴油,在安定性上不存在突出的问题。但后来为满足市场对柴油需求量的上升,催化裂化柴油所占的比例逐年加大,据 1988 年不完全统计,中国石化总公司所属的 36 个炼油厂生产的柴油中,催化裂化柴油约占 31%^[1]。这种柴油在安定性上存在严重问题,常温放置二、三个月,油品即由黄色变成酱油色,并有沉淀,使用过程中会堵塞柴油机滤嘴和导致喷嘴粘结;重催柴油更明显,其颜色变化在数小时内就可观测到。世界上不少国家在不同的时期(与其炼油工业的发展有关)都不同程度地受过这个问题的困扰。美国 50 年代初就遇到了油品的安定性问题,此后对柴油的烃组成及非烃组成进行深入研究,基本上弄清了导致柴油氧化安定性变坏的原因。国内于 70 年代末对此问题也进行了研究,取得了不少成果^[2]。

我国决定从 1997 年开始执行一级品和优级品柴油标准,取消现行的合格品标准。这样,一些炼厂将面临柴油产品出不了厂的实际问题。为解决裂化柴油安定性问题,人们作了大量工作,虽然已经提出了多种解决柴油安定性的技术方案,但除加氢工艺外,至今未见有效的工业应用措施。对我国来说,普遍发展加氢工艺尚有一段过程,而已有的非加氢精制方案已不能满足重油催化裂化柴油的质量要求。

因此,迫切需要进一步深入研究,开发出新的更有效的精制措施,以满足柴油升级换代的要求。

2 化学组成对裂化柴油安定性的影响及非加氢精制

前人所做的研究表明,裂化柴油的不安定性,是由于存在不安定组份造成的。裂化柴油中,某些具有反应活性的物质及不饱和烯烃类的氧化是导致胶质生成的主要原因。氧化作用生成的初始产物,可能是过氧化物,对反应活性较低的烃类的氧化起催化作用,加速了胶质的生成^[3]。油品中所含的酚、多环芳烃、各种氮杂环化合物、含氧的极性化合物(如羰基)、含硫化物等加速油品在储存过程中生成沉淀。此外,光、油品中的微量金属及油品在储存过程中与金属接触等,也是驱使油品生成沉淀倾向的因素。一般认为,柴油在贮存过程中变色和生成沉渣的基本原理如下式表示^[3]:



2.1 柴油化学组成对其安定性影响

2.1.1 烃类化合物

根据文献,各族烃类安定性大小顺序如下^[4,5]:

饱和烃 > 芳香烃 > 烯烃 > 二烯烃

烯烃和二烯烃的安定性最差,在微量非烃类化合物的引发下,容易氧化缩合成不溶性的胶质和沉淀。芳烃的安定性较饱和烃差,并随沸点的升高而下降;饱和烃的安定性好,不易变色。由不同工艺加工的柴油馏分,其烃类的组成也不尽相同,直馏柴油中不含烯烃,非烃的含量也低,故其安定性比裂化柴油好。

2.1.2 杂原子化合物

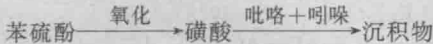
石油产品中非常烃类化合物是指含 S、N、O 等杂原子的化合物,它们在油品中的含量虽然不高,但是对油品的安定性却有很大的影响。当把直馏柴油与裂化柴油按 20:80 调和而得到的成品,脱除其中的非烃组分时,油品的安定性得到了很大的改善,当把脱出的非烃组分再掺回油中时,油品的安定性又变坏了^[2]。

(1) 硫化物

硫化物对油品的储存安定性影响较大,能参与成胶反应,其危害程度随硫化物的类型不同而异。硫化物对油品安定性危害程度的顺序一般为:

硫酚>脂肪族硫醇>元素硫~多硫化物~二硫化物>硫醚>噻吩等。

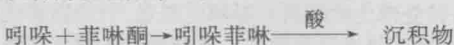
Offenhauer 等人^[6]研究也发现,噻吩、硫醚和脂肪族等硫化物对柴油安定性影响很小。苯硫酚的影响较为严重,当用碱脱除苯硫酚后,可提高油品安定性,将脱除的苯硫酚再掺回油品中时,油品安定性又回到原来水平,反应机理认为如下:



(2) 氮化物

石油中的氮化物按其 PKa 值大小分为碱性氮和非碱性氮化合物, $\text{PKa}>2$ 时,称为碱性氮化物; $\text{PKa}<2$ 时,称为中性氮化物,但这种划分是粗略的。从类型上分,一般认为吡啶类、喹啉类、苯胺类为碱性氮化物;而吡咯类、吡啶类及咪唑类为非碱性氮化物。通过分析油品储存过程中所生成的沉渣组成发现,油品中的 S、N、O 在沉渣中都有不同程度的富集,但沉渣中的氮含量却往往比硫含量高很多。沉渣中的氮含量与油中的氮含量相比,有时会高出几十倍到几百倍,而硫含量之比则只有数倍^[2],这充分说明油品中的氮化物是油品中成胶并最终形成沉渣的主要因素。

不同类型的氮化物在油品成渣过程中所起作用的重要性不同,碱性氮化物能促使胶质的生成量有所增加^[5];苯胺、喹啉、特别是四氢喹啉能使油品颜色加深,无取代基的吡啶对油品的影响较小。非碱性氮化物对柴油的储存安定性影响极为严重,主要生成不溶胶质。吡咯在油品老化试验中成渣明显,故许多研究者选取它作为添加物,以研究氮化物对油品安定性的影响及成渣历程。吡啶与咪唑同吡咯的反应性类似,但速度较慢,主要生成不溶胶质,但咪唑的反应性较强^[2]。Pedley 等认为咪唑使裂化柴油形成沉积物的机理如下^[3]:



(3) 含氧化合物

苯酚对沉积物的形成没有影响,但萘酚例外,1-萘酚在没有吡咯和苯硫酚存在情况下形成沉渣^[7]。

如果说油品中的含 N、S、O 杂原子化合物组份是油品不安定的基本因素,那么,这些组份在油品储存过程中的相互协同作用应是加速沉淀生成的根本原因。有文献^[8,9]报道,当硫化物、氮化物及烯烃存在时,会大大加速生成沉淀的过程,其情况如下:

吡咯+烯烃→沉渣

吡咯+烯烃+硫醇→严重沉渣

吡咯+硫醇→沉渣

吡咯+硫化物→沉渣

吡咯+醛/酮→沉渣

吡咯+过氧化物→沉渣

2.2 裂化柴油非加氢精制工艺研究现状

目前已有一些解决柴油安定性的措施,如加氢精制,酸碱电化学精制,调和,老化一再蒸馏,加添加剂等手段。国外多采用加氢方法来改善柴油的质量。然而,因建设加氢装置投资很大,且需氢源,中小规模的炼油厂不能负担,所以,国内采用加氢方法改善催化裂化柴油质量的炼油厂不多。表 1 列出国内一些炼油厂柴油精制现状^[2]。由表 1 可见,国内柴油精制以碱洗为多,也有不精制的。

表 1 国内柴油精制现状^[2]

厂 家	直馏柴油	催化柴油
长 岭	不 精 制	不 精 制
荆 门	碱 洗	碱 洗
天津—石化	电—碱洗	不 精 制
南 京	碱 洗	电—浓碱洗
胜 利	碱 洗	电—碱 洗
石油一厂	碱 洗	—
石油七厂	不 精 制	不 精 制
兰 州	碱 洗	不 精 制
茂 名	电—碱洗	电—碱 洗
独 山 子	电—碱洗	—

2.2.1 柴油添加剂

加添加剂以改善裂化柴油的安定性是较为简单、经济的办法。国外早在 50 年代就普遍采用这种方法,称之为“经济燃料”。一般认为柴油的氧化变质按游离基氧化反应机理进行。加入添加剂可以抑制酸性催化反应,减少柴油储存中颗粒物的形成。因此柴油添加剂一般采用复合剂。用抗氧化剂抑制游离基反应,延长诱导期,以分散剂分散形成的沉渣,并减小颗粒直径。用金属钝化剂,以抑制金属的催化氧化作用^[10]。

石油化工科学研究院与洛阳炼油厂共同研制的 S-1202 柴油安定性添加剂,具有抑制氧化,中和及分散的作用,对于改善中原原油催化裂化轻柴油的储存安定性具有明显的作用^[11]。

石油化工科学研究院采用抗氧化剂: 2,2'-硫代双(4-甲基-6-叔丁基苯酚)和 α -二甲胺基 2,6-二叔丁基对甲酚,分散剂: 硫磺化异丁烯钡盐,

金属钝化剂：N,N-二水杨叉丙二胺复合使用,对改善任丘瓦斯油催化裂化柴油安定性有较好的效果^[12]。

但此方法能否用于重油催化裂化柴油,尚未研究,预测不能达到要求。

2.2.2 酸碱化学精制

酸碱精制和吸附是精制油品常用的方法,可除去大部分苯硫酚和酸碱性质化合物。

US 4271009^[13]描述了用醋酸、甲酸和三氯乙酸或它们的混合物除去页岩油中的氮化物。

US 3719587^[14]描述了用硫酸、盐酸、磷酸和甲酸的稀溶液可洗掉石脑油中的碱性氮化物。

US 2848375^[15]描述了用多醇与弱酸的混合物可除掉碱性氮。

US 2035583^[16]描述了用糠醛、苯胺、硝基苯和异丙醇抽提,然后从一次抽提液中提取碱性氮,再在溶液中加入无机酸使碱性氮沉积的方法除去氮化物。

但当这些方法用于重催柴油时,在较经济的范围内,并不一定适用。有人^[17]试验了如下精制条件,并未取得良好效果,详见表 2(柴油一级品颜色≤3.5)。

表 2 不同精制方法改善柴油颜色的效果

精制方法	精制条件	精制后的颜色(级)	贮存一个月颜色(级)
碱洗	碱浓度 20%,用量 15%	3.5~4.0	>5.5
硫酸洗	硫酸浓度 85%,用量 6%	3.5	>5.5
磷酸洗	磷酸浓度 85%,用量 5%	2.5	5.0
白土精制	白土用量 1%	2.5	4.5

2.2.3 其它

中国石化济南炼油厂开发出一种用乙醇—水溶液,乙醇—稀碱水溶液萃取掺炼重油催化裂化轻柴油中的氮化物和硫醇硫的方法。实验结果表明,重油催化裂化轻柴油经乙醇溶剂精制后可脱除约 60%的总氮,50%的碱性氮和 80%的硫醇硫。精制后的柴油储存安定性有显著的提高^[18]。但该法尚处于研究阶段,未见工业推广应用。某些炼厂曾试用该法处理重油催化裂化柴油,发现乙醇溶液与油难以分离,工业化有困难。

3 结束语

加氢技术的出现并没有完全解决油品的安定性问题(当然这不是由于技术上的原因造成的)随着重油催化裂化技术的发展,越来越多的劣质渣油作为其进料成为可能,这使无有效精制手段的炼油厂所生产的柴油质量每况愈下,产品无法销售。由此看来,以渣油为原料所生产的柴油,其中的不安定组份与常规 VGO 为原料的柴油中的不安定组份相比,其组成是不同的。弄清这些组份的构成及其在柴油中的含量,进而开发投资省,效率高的非加氢柴油精制技术具有现实意义。

参考文献

- 1 王经涛. 石油炼制. 1992,23(10):10
- 2 刘长久编. 石油和石油产品中非烃混合物. 北京:中国石化出版社,1991
- 3 黄文轩,韩长宁. 润滑油与燃料添加剂手册. 北京:中国石化出版社,1994
- 4 Nixon A C. Autoxidation and Antioxidants of Petroleum, 1962,771
- 5 林世雄. 石油炼制工程(第二版). 北京:石油工业出版社,1988
- 6 Robin W Hiley and Joanna F Pedley. Fuel. 1988, 67(4):469~473
- 7 R D Offenhauer, Brennan J A and Miller R C. Ind Eng Chem, 1957,49(8):1265
- 8 Taylor W F. AD—AO38977, 1976
- 9 Taylor W F, Frankenfeld J W. AD—AOO7574, 1975
- 10 JIanna F Pedley, Robin W Hiley and Richard A Hancock. Fuel. 1989,68(1):27~31
- 11 崔华. 石油炼制. 1993,24(3):8
- 12 石油化工科学研究院 202 组. 石油炼制. 1980, 11(1):1
- 13 US 4271009
- 14 US 3719587
- 15 US 2848375
- 16 US 2035583
- 17 洛阳石化工程公司炼制研究所. 油气加工. 1995,5(2):38~42
- 18 史英君. 石油炼制与化工. 1994,25(12):20~23