

# 新型固体燃料的合成研究

周彩荣 王海峰\* 李惠萍 钟贤

( 郑州工业大学化工系)

**摘 要** 本文介绍了以硬脂酸及其盐为固化剂合成新型固体燃料的方法，用正交试验方法研究了诸因素对新型固体燃料的合成工艺和产品性能的影响，确定了制备固体燃料的工艺条件和最佳配方。

**关键词** 固体燃料 硬脂酸 硬脂酸盐 脂肪醇

**中图分类号** TQ<sup>031</sup>

固体燃料具有携带方便，易点燃，火焰温度均匀，热值偏差小，不受环境条件限制等优点，随着人民生活水平的提高，特别是旅游事业的蓬勃发展，人们对固体燃料的需求量日益增加。目前，市场上销售的固体燃料多为盒装固体酒精和块装乌洛托品固体燃料<sup>[2]</sup>，其成本较高。本文就脂肪醇合成塑料袋装固体燃料的可行性进行探讨，确定出了这种新型固体燃料的合成工艺，并确定出袋装固体燃料的最佳配方。

## 1 实验部分

### 1. 1 原材料名称及规格

脂肪醇、硬脂酸，硬脂酸盐，氢氧化钠，皆为工业一级品，硝酸钾，化学试剂级。

### 1. 2 试验方法

将计量的脂肪醇和硬脂酸 ( 或/和硬脂酸盐) 加入四口烧瓶中，四口分别连接冷凝器，搅拌器，温度计和进料漏斗，在超级恒温水浴上加热，使硬脂酸 ( 或/和硬脂酸盐) 溶解后，慢慢滴加计量的氢氧化钠脂肪醇溶液。在操作温度下，反应至规定时间，然后降温至 45℃，将溶液倒入模具凝固，切片，包装。

**燃料试验：**将一定量的固体燃料放在盛有 100ml 的敞口烧杯下面，烧杯离地面约有 0. 15 米。点燃固体燃料，测燃烧时间和水温度升高值。

## 2 试验结果和讨论

### 2. 1 确定因素位级表

参考文献 [1]，在一次脂肪醇用量确定的条件下，决定本试验需要考察硬脂酸，二次脂肪醇，氢氧化钠，水，乌洛托品和温度六个因素。对于这六个被考察因素，分别；按具体情况选出要考察比较的三个位级，将这六个因素，三个位级综合在表 1，按表 1 选用正交表 L<sub>9</sub> ( 3<sup>6</sup>) 来安排试验，其结果见表 2。

\* 工作单位为郑州二七化工制冷技术研究所

收稿日期：1996-07-04

表 1 固体燃料正交因素表

单位：份

因 素 位 级	硬脂酸	二次脂肪醇	氢氧化钠	水	乌洛托品	反应温度℃
1	1. 5	12. 5	0. 5	0	0	65
2	1. 0	10	1. 0	0. 5	5	60
3	0. 5	15	1. 2	1. 0	10	70

表 2 L<sub>9</sub> ( 3<sup>6</sup> ) 正交试验结果

项 目 序 号	硬脂酸	二 次 脂 肪 醇	氢氧化钠	水	乌洛托品	反应温度	残渣%	100ml 水温 升值 (℃/g)	单位燃烧 时间 (sec/g)	流失情况
1	1	1	3	2	2	1	6. 58	15. 92	58. 16	轻微
2	2	1	1	1	1	2	3. 23	12. 42	39. 41	轻微
3	3	1	2	3	3	3	5. 41	17. 03	96. 03	轻微
4	1	2	2	1	2	3	8. 22	15. 21	59. 79	轻微
5	2	2	3	3	1	1	4. 49	12. 47	40. 71	融化
6	3	2	1	2	3	2	9. 23	9. 08	34. 62	流淌
7	1	3	1	3	1	3	5. 33	12. 27	36. 81	融化
8	2	3	2	2	3	1	6. 89	14. 19	55. 95	融化
9	3	3	3	1	2	2	8. 70	8. 48	24. 02	流淌

2. 2 试验结果分析

本试验选用的考察指标是产品的流失情况，残渣，燃烧时间和热值。块状固体燃料在燃烧过程中，由于温度高会使固体熔化，熔化量若太多，就会造成流失，影响燃烧效果。燃烧结束后，未被燃烧的部分称为残渣，残渣量越少有效燃烧就越好。燃烧时间和热值是固体燃料的物性数据。将试验结果示于表 2 的右方。从试验结果来看，这九个试验制得的产品皆凝固，但从残渣量来衡量，第 2 号试验最好，残渣量较低 ( 3. 23% ) ；以燃烧过程固体燃料的流失情况来看；第 1 至 4 号试验情况比较好，在燃烧过程只有轻微的流淌；再考察单位燃烧时间和单位固体燃料使水升温的量 ( 称为热值 ) ，最好者属于第 3 号试验 ( 96. 03sec/g , 17. 03℃/g ) 。综观这四个考察指标，从直观上来看，以第 3 号试验最为合适。计算每一考察指标中，各影响因素的位级和极差 R，其结果见表 3。

表 3 正交试验结果分析表

因 素 位 级	硬脂酸	二次脂肪醇	氢氧化钠	水	乌洛托品	反应温度
残渣指标%						
Ⅰ 二位级 1	20. 13	16. 22	17. 79	20. 15	13. 05	18. 05
Ⅱ 二位级 2	14. 70	21. 74	20. 61	22. 79	23. 50	21. 16
Ⅲ 二位级 3	23. 34	21. 01	19. 77	15. 23	21. 60	18. 96

极差 R	8. 64	1. 72	2. 82	7. 56	10. 45	3. 11
100ml 水温升值 (℃/g 固体燃料)						
I 二位级 1	43. 40	45. 37	33. 77	36. 11	37. 16	42. 58
II 二位级 2	37. 16	36. 76	46. 43	39. 19	39. 61	29. 98
III 二位级 3	34. 59	34. 94	36. 87	41. 77	40. 30	44. 51
极差 R	8. 81	10. 43	12. 66	5. 66	3. 14	14. 53
单位燃烧时间指标 (Sec/g 固体燃料)						
I 二位级 1	154. 76	193. 6	110. 84	123. 22	116. 93	154. 28
II 二位级 2	136. 07	135. 12	211. 77	148. 73	141. 97	98. 05
III 二位级 3	154. 67	116. 78	122. 89	173. 55	186. 60	192. 63
极差 R	18. 67	76. 82	100. 93	50. 33	69. 67	94. 58

由表 3 试验结果和极差 R 分析可知，对残渣指标影响最大的因素是乌洛托品的用量，影响最小的因素是氢氧化钠的用量；对热值指标，加热同质量的自来水，单位固体燃料使水升温的大小受到反应温度的影响最大，影响最小的因素是乌洛托品的用量；对单位质量的固体燃料的燃烧时间指标，影响最大的因素是氢氧化钠的用量，影响最小的因素是硬脂酸的用量。为了便于综合分析，我们把诸因素三个位级针对各指标的优劣顺序排列成表，见表 4。

表 4 诸因素三个位级优劣顺序表

因 素 指 标	残渣 %	水温升 (℃/g 固体燃料)	单位燃烧时间 (Sec/g 固体燃料)
硬脂酸	II > I > III	I > II > III	I > II > III
二次脂肪醇	I > II > III	I > II > III	I > II > III
氢氧化钠	I > II > III	II > III > I	II > III > I
水	III > I > II	III > II > I	III > II > I
乌洛托品	I < II > III	I < II > III	III > II > I
反应温度	I < III > II	II < I > III	III < I > II

根据表 2，表 3 和表 4 的结果，得到的结论是：硬脂酸 1. 5 份，二次脂肪醇 12. 5 份，氢氧化钠 1. 0 份，反应温度 65℃。

按选出的条件进行试验，各个指标情况如下：

流失情况：不流失

残 渣：3. 12%

燃烧时间：20. 55Sec/g 固体燃料

100ml 水温升：16. 26℃/g 固体燃料

各项指标都有了明显的提高，故得到配方一，结果见表 5。为了提高配方一的硬度，使这类固体燃料便于塑料袋装，在原配方一的基础上，加入一些助剂，据文献 1，硬脂酸盐具有助固化作用，硝酸钾具有助燃烧作用，通过调整配方，得到了硬度较高的固体燃料配方二。配方二，除残渣量略有增加（4. 78%），其他指标皆无大的变化。

表 5

新型固体燃料的两个最佳配方

单位：份

原料	一次脂肪醇	二次脂肪醇	硬脂酸	氢氧化钠	硬脂酸盐	硝酸钾
配方一	25	12. 5	1. 5	1. 0	0	0
配方二	25	12. 5	1. 2	1. 2	1. 0	0. 1

2. 4 固体燃料试验配方与文献配方比较

分别将两种配方的新型固体燃料置放在 2500ml 敞开烧杯下的地面上，烧杯离地面约 0. 1 米，烧杯里盛放有同量 ( 1000mL ) 的自来水。点燃固体燃料加热烧杯中的水，待燃杯中水沸腾，且每次在沸腾情况下持续 2 分钟，试验结果见表 6。

表 6

新型固体燃料燃烧试验结果

项目 指标	水初温℃	燃烧时间	消耗量 g	残渣 %	水温升 ℃ /g	单位燃烧 时间 Sec/g	流失情况	备注
文献固体 1	10	16 31 "	59. 6	5. 70	1. 51	16. 63	无	1000ml 水
文献固体 2	10	18 34 "	60. 6	5. 77	1. 49	18. 38	无	"
配方 1	14	19 46 "	57. 7	3. 12	1. 49	20. 55	无	"
配方 2	10	21 26 "	56. 7	4. 78	1. 59	22. 68	无	"

由表 6 结果可以看出，新型固体燃料的两个配方，燃烧时都无流失情况，并且配方中由于加入了硬脂盐和硝酸钾使其残渣量稍有增加，但其加热水温升值和单位固体燃料燃烧时间都有增加。将新型固体燃料与文献 1 中固体酒精燃料进行比较，其加热水温升值几乎无大的差别，但新型固体燃料的单位固体燃料的燃烧时间明显增长，残渣量明显降低。由此可见，新型袋装固体燃料完全可以代替固体酒精。

3 结论

- ( 1 ) 用正交试验法研制出了两种配方的新型固体燃料。
- ( 2 ) 塑料袋装新型固体燃料可以代替盒装固体酒精，并且成本降低。

参 考 文 献

1 周彩荣，日用化学工业，( 1993 )，5，4－7

2 钱晓春，化学世界，( 1991 )，82 ( 6 )，257

3 北京大学数学力学系数学专业概率统计组，正交设计，人民教育出版社，( 1976 ) .

Stuody of Synchetic of New Type Sold Fuel

Zhou Cairong Wang Haifeng Li Haiping Zhong Xian

( Chemical Engineering Department)

**Abstract** The synthesis of a new solid fuel with stearic acid and stearate salts as so-  
lidifying agent was studied in the paper. The effects of temp erature, amount of solidifying  
agents etal on the synthesis process and the properties of the products wear discussed with  
orthogonal test. The optimal process conditions and formulations for preparing the new  
solid fuel were defined.

**Keywords** Solid fuel Sltearic acid Stearate Salt fatty alcohol.