乳化炸药专用蜡开发进展及市场预测

姚安梅[1]，吴永欣[2]，姚海洋[1]，韩德奇[1]
（1. 河南石油勘探局南阳石蜡精细化工厂研究所，南阳 473132；
2. 河南南阳市质量技术监督检验测试中心，南阳 473132）

［摘　要］ 介绍了国内乳化炸药（包括乳化炸药和粉状乳化炸药）专用蜡的生产概况，分析了乳化炸药专用蜡的市场和发展前景。综述了乳化炸药专用蜡的开发进展，指出乳化炸药专用蜡的开发应形成系列化、标准化，从而提高乳化炸药的稳定性。

［关键词］ 乳化炸药　粉状乳化炸药　油相材料　微晶蜡

随着科学技术和经济建设的发展，炸药已成为一种特殊能源，其用途日益广泛，消耗量逐年增加。我国炸药的品种有六大系列：铵梯类炸药（分为高梯炸药和低梯炸药）、铵油类炸药、水胶炸药、乳化炸药（分为乳化炸药或乳胶炸药和粉状乳化炸药）、膨化硝铵炸药、粘性炸药。铵梯炸药是我国火工生产厂家沿袭了多年的火工产品，梯恩梯（TNT）是铵梯炸药的主要生产原料之一，在铵梯炸药中占有相当重要的地位，在炸药中所占比例因炸药的品种不同而不同，一般为 10% ~ 11%。由于 TNT 有剧毒性，对环境造成污染，对人体有害，从上世纪 80 年代末，我国已经开始逐步淘汰铵梯炸药，重点发展乳化炸药及粉状乳化炸药、膨化硝铵炸药、改性铵油炸药等品种[1]。

油包水型乳化炸药自 1969 年问世以来，因其具有良好的爆炸性、抗水性以及加工方便、爆炸产物有毒气体少等优点，受到煤炭行业、工程建设及其他民爆行业的重视。粉状乳化炸药是上世纪 90 年代末我国发明的一种具有国际先进水平的高性能新型工业炸药[2]，采用的是全新乳化混合－喷雾制粉技术，先将超饱和氧化剂溶液与高热值燃料（即油相）在乳化剂作用下混合成高均一性的乳胶基质，然后使用先进的喷雾干燥技术制成粉状乳化炸药产品。粉状乳化炸药不仅具有乳化炸药优良的抗水性能，炸速和猛度高，组分不含 TNT，对环境和人体无任何危害，顺应了民爆炸药无梯化的发展趋势；而且具备粉状铵梯炸药的固体形态特征，具有贮存稳定，爆力高，使用较灵活方便等优点。粉状乳化炸药克服了乳化炸药稳定性差、爆力低及粉状炸药性能低、抗水性差等缺点，因此广泛应用于煤矿、有色金属矿山的开采，铁路、公路建设及特种爆破作业等行业。

1　乳化炸药专用蜡生产及其市场预测

油相材料是乳化炸药不可缺少的组分，它的质量和性能直接关系到乳化炸药的药态、爆炸性能和稳定性。油相材料选择得当，不仅能提高爆炸性能和储存稳定性，而且还能降低成本。理论上认为，石油产品都可以充当乳化炸药油相材料，但不同的石油产品对炸药的性能影响差别很大。目前部分炸药厂仍以石蜡、地蜡、机油、凡士林和沥青等石油产品为原料进行调配，且配方各异，组分较多。这些原料现场小釜调和，极易造成操作误差，影响乳化炸药产品的质量和生产安全。

研究发现，乳化炸药专用蜡是油相材料的典型代表，是高效有机燃料，在乳化剂品种和数量相同的情况下，以专用蜡作连续相制得的乳化炸药黏度大，爆轰性能良好，贮存稳定性好[3]。目前乳化炸药专用蜡生产企业主要有荆门石化公司、茂名华奥特蜡厂、泰州炼油厂和南阳石蜡精细化工厂，另有多家小型调合企业和部分炸药厂有自调装置。

南阳石蜡精细化工厂作为乳化炸药标准起草单位，制定了乳化炸药蜡 SH/T 0807—2008 行业标准，标准已于 2008－10－01 实施。南阳石蜡精细化工厂乳化炸药蜡年销售量以 20% 的速度递增，销售网络遍及全国各地，而且还开拓了东南亚几个国家的市场。

据了解，我国的民爆生产流通企业有 2 500 多家，炸药生产企业有 700 多家，各类工业炸药生产总量近 3 Mt。其中山西省民爆产量居全国首

收稿日期：2012－01－06。
作者简介：姚安梅，工程师，主要从事炼油化工科研工作。

位,工业炸药年产量280 kt。国内在民爆局注册的中等规模以上的乳化炸药生产厂家有300多家,乳化炸药生产能力约700 kt/a。

国家对高速铁路、高速公里、机场、港口基础设施等重点工程以及各项民生工程、生态工程的建设持续增加投资,拉动了炸药市场需求的高速增长。其中铁路、高速公路工程因地下爆破多为有水环境,使用抗水性能好的乳化炸药为主。因此,乳化炸药蜡的发展前景十分广阔,预计2012年乳化炸药蜡国内消费量为90 kt。

2 乳化炸药专用蜡开发进展

2.1 MF系列乳化炸药蜡[4]

抚顺石油化工研究院1992年开始进行乳化炸药蜡的研究,并研制成功MF系列乳化炸药蜡,1997年在茂名华粤特种蜡厂工业生产。产品经长沙矿冶研究院和长沙矿山研究院评价,均认为MF系列乳化炸药蜡性能优异,可满足多种配方的乳化炸药油相要求。目前产品已在多家炸药厂应用。

采用MF系列复合蜡(质量指标见表1)和目前民爆行业典型的油相配方,在相同的试验条件下分别制备乳化炸药,并进行性能比较(见表2)。通过数据对比可以看出,与目前炸药厂通用油相配方相比,MF系列复合蜡同时具有优异的乳化性能、乳化稳定性和抗水性,并可满足不同乳化炸药基质硬度的要求。以MF系列复合蜡为油相生产的岩石型乳化炸药爆炸性能见表3。

表1 MF系列乳化炸药蜡质量指标

项 目	MF-1	MF-2	MF-3
滴点/℃	60~68	58~65	56~64
黏度(100 ℃)/$mm^2 \cdot s^{-1}$	7.5~9.5	7.0~8.5	7.5~9.5
含油量,%	15~25	15~30	25~40
针入度(25 ℃)/0.1 mm	40~75	60~85	80~110
闪点/℃	≥200	≥200	≥200
密度(20 ℃)/$g \cdot cm^{-3}$	0.83~0.86	0.83~0.86	0.83~0.86
氧平衡数/$g \cdot g^{-1}$	-3.375~-3.390	-3.365~-3.375	-3.350~-3.385
正构烷烃含量,%	40~45	30~35	20~30
相对分子质量	450~550	420~520	400~500
水分及机械杂质含量,%	无	无	无

表2 MF系列乳化炸药蜡与普通油相(1#~3#)的性能比较

项 目	油 相					
	MF-1	MF-2	MF-3	1#	2#	3#
滴点/℃	66.0	64.0	61.0	55.0	67.0	51.0
黏度(100 ℃)/$mm^2 \cdot s^{-1}$	8.58	8.30	7.79	6.42	7.88	5.32
针入度(25 ℃)/0.1 mm	53	65	90	45	50	59
临界量/g	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	0.8
基质针入度(25 ℃)/0.1 mm	177	207	244	230	184	240
高低温循环/个	12	11	10	8	10	6

表3 MF系列乳化炸药蜡的炸药试验

试验单位	复合蜡品种	初始性能			贮存6个月后性能		
		殉爆距离/cm	爆速/$m \cdot s^{-1}$	猛度/mm	殉爆距离/cm	爆速/$m \cdot s^{-1}$	猛度/mm
长沙矿冶研究院	MF-1				5	5000	18.00
长沙矿山研究院	MF-1	6		19.50	4	4 762	17.00
襄沙化工厂	MF-1	6	4 608	13.50	5	4 271	16.20
盘江化工厂	MF-1	6	5 045	15.78	4	4 529	13.25
南岭化工厂	MF-2	6	3 678		4	3 300	
大冶化工厂	MF-2	6	4 404	14.89	4	3 927	12.50
安宁化工厂	MF-3	9	5 183	14.78	5	4 546	12.55
重庆845厂	MF-3	9	4 290	12.80	8	4 191	12.40

2.2 NY 系列乳化炸药蜡

南阳石蜡精细化工厂采用润滑油体系的中间馏分、石蜡和添加剂，生产出 NY 系列乳化炸药复合蜡（主要质量指标见表 4）。根据复合蜡的含油量分成 6 个牌号，NY-1 ~ NY-6 的含油量（w，%）依次为：$15 \leqslant w < 20$，$20 \leqslant w < 25$，$25 \leqslant w < 30$，$30 \leqslant w < 35$，$35 \leqslant w < 40$，$35 \leqslant w < 45$。NY 系列乳化炸药复合蜡自 2004 年 8 月投放市场以来，已销往全国 11 个省市 28 个厂家，并出口越南、蒙古等国；生产成本较低，具有较强的市场竞争力。

表 4　NY 系列乳化炸药蜡主要质量指标

项　目	数据	试验方法
含油量，%	15 ~ 45	SH/T 0556
滴点/℃	58 ~ 75	GB/T 8026
黏度（100 ℃）/$mm^2 \cdot s^{-1}$	7.0 ~ 10	GB/T 265
开口闪点/℃	≥200	GB/T 3536
密度（20 ℃）/$g \cdot cm^{-3}$	实测	GB/T 1884
机械杂质，%	≤0.05	GB/T 511
水分，%	无	GB/T 260

注：NY-6 黏度（100 ℃）为 13.0 ~ 20.0 mm^2/s。

在其他材料和生产工艺均相同的情况下，分别选用 NY 系列乳化炸药蜡作油相材料和选用普通油相材料做连续相制造乳化炸药，贮存样品的爆轰性能见表 5。应用试验数据表明，使用 NY 系列乳化炸药蜡做连续相比采用普通油相材料做连续相的乳化炸药制品具有更好的爆轰性能和贮存稳定性。

表 5　两种油相材料制造的乳化炸药贮存性能比较

贮存时间	殉爆/cm		爆速/$m \cdot s^{-1}$		猛度/mm	
	复合蜡油相	普通油相	复合蜡油相	普通油相	复合蜡油相	普通油相
初始	8 ~ 9	6 ~ 7	5 154	5 050	18.4	16.9
2 个月	7 ~ 8	6	5 102	4 901	17.9	16.2
6 个月	5 ~ 6	4 ~ 5	4 950	4 672	16.8	15.1
10 个月	3 ~ 4	1 ~ 2	4 347	4 032	14.1	11.3
12 个月	1 ~ 2		4 032		12.3	

试验中还发现，在乳化剂品种和用量相同的情况下，用 NY 系列乳化炸药蜡作连续相形成的分散相粒子细小且分布均匀，制得的乳化炸药黏度大。

2.3 JX 乳化炸药蜡[5]

JX 乳化炸药蜡由荆门石化公司开发，采用润滑油体系的中间馏分、助乳剂、稳定剂等添加剂复合生产。可用作开采岩石和煤矿用乳化炸药的油相材料。适用于 HLC、HLG 等连续乳化生产工艺，也适用于 EL 系列。JX 乳化炸药蜡具有以下特点。

（1）具有合适的链长和分子结构，与乳化剂能较好地匹配耦合，能很好地乳化并构成乳化炸药的连续相，且连续相油膜有很高的强度，可防止硝酸铵等无机氧化剂盐析晶时的油膜变形或破裂。

（2）原料选自碳氢化合物，是良好的燃烧剂，在爆炸反应中能迅速参与反应，产生大量的气体和能量，膨胀做功。

（3）在乳化剂存在下，与硝酸铵等无机氧化剂盐水溶液形成油包水型乳化体系，并将盐水溶液充分包覆，既防止各相分层，又阻止外部水侵蚀和沥滤作用，具有良好的抗水性能。

（4）形成的油膜与氧化剂盐水溶液的液滴紧密、充分接触，有利于爆轰的激发和传递，起敏化剂作用。

（5）具有合适的黏度，且黏度能随温度变化而变化；在乳化温度下，具有很好的流动性，易于乳化；在敏化温度和储存、使用条件下，具有较高的黏度，能有效地固着和保存敏化气泡，使乳化炸药具有较高的爆轰敏感度和贮存稳定性。

（6）具有良好的塑性，使乳化炸药体系内粒子间滑动接触，阻力减小，乳化炸药对摩擦、撞击和枪击的感度低，具有良好的安全性能。

2.4 植物型乳化炸药蜡[6]

植物蜡是由棕榈油、大豆油、菜籽油等加氢精制而成，产品具有纯度较高、熔点高、硬度大、乳化性好及防水性好等特点。植物蜡与矿物蜡和油均具有较好的互溶性，不含油，能降低含油量，又能改善矿物蜡和油的性能，且价格低廉，将其应用于乳化炸药油相材料，对于拓展炸药蜡原料范围具有重要意义。

华东理工大学采用植物蜡与石油中间馏分等调合出质量稳定、使用方便、成本低廉的植物型乳化炸药专用复合蜡。植物蜡对复合蜡性能的影响实验结果表明，植物蜡可以显著提高乳化炸药复合蜡的硬度（针入度减小）和降低复合蜡的含油量。这是由于植物蜡中主要为饱和高碳数脂肪酸甘油酯，硬度很大；且植物蜡中不含油。硬度较大的复合蜡有利于运输、储存和使用，但硬度过大会影响其稳定性和抗水性。

3 粉状乳化炸药蜡开发进展

3.1 粉状乳化炸药专用微晶蜡[7]

目前各炸药厂所用油相材料均存在着软化点低、黏度大的缺点，因而制得的粉状炸药存在松散性差、装药困难、易堵塞滤网等问题，给生产和使用带来不便。南阳石蜡精细化工厂开发生产的粉状乳化炸药专用微晶蜡通过添加改性剂，各项指标达到粉末乳化炸药专用油相材料的要求（见表6）。用此专用微晶蜡生产的粉状乳化炸药胶体细腻，粉体颗粒松散，不堵塞滤网，装药均匀，油膜强度好，不易吸湿，贮存后爆炸性能基本不变。

表6 粉状乳化炸药专用微晶蜡改性样品质量分析结果

项 目	改性方案编号			
	7	8	9	10
滴熔点/℃	72.8	74.1	85.2	92.0
含油量,%	5.96	6.64	4.05	4.59
黏度(100 ℃)/$mm^2 \cdot s^{-1}$	7.712	12.55	5.713	7.140
针入度(25 ℃)/0.1 mm	14.7	10.5	10.4	8.2

3.2 FR型粉状乳化炸药蜡[8]

FR型粉状乳化炸药蜡由抚顺石化研究院开发，采用自主研制的高分子乳化剂和重馏分油及蜡膏为原料调和而成，质量指标见表7。

表7 FR型粉状乳化炸药蜡质量指标

项 目	数据	检验方法
滴点/℃	80~90	GB/T 270
运动黏度(100 ℃)/$mm^2 \cdot s^{-1}$	60.0~80.0	GB/T 256
含油量,%	12~25	GB/T 0556
针入度(25 ℃,100 g)/0.1 mm	50~90	GB/T 4958
酸值/mg KOH·g^{-1}	≤5.0	GB/T 264
闪点(开口)/℃	≥200	GB/T 3536
机械杂质,%	无	GB/T 511264
水分,%	痕迹	GB/T 260

FR型粉状乳化炸药蜡具有优异的性能和较低的成本，可满足各种配方、工艺的粉状乳化炸药工艺和配方要求。该产品在不改变炸药原生产工艺的条件下，可有效替代包括石蜡、微晶蜡、树脂等油相材料。

4 结束语

乳化炸药的稳定性是其所有性能的基础，也是乳化炸药研究的长远课题。乳化炸药专用蜡对提高乳化炸药的稳定性是非常重要的。由于原油产地不同，油和蜡的化学组成不同，使得乳化炸药质量不稳定；另外，尽管有些油品的物理常数相同，但由于生产工艺不同，导致化学结构相差很大，也使得产品质量不稳定。即使同一生产厂家、同一牌号的产品，由于批次不同，其内部组成差别也会很大，而炸药厂又缺乏相应的分析测试手段，这些因素均导致乳化炸药质量不能得到有效控制，甚至会严重影响乳化炸药的性能。因此，乳化炸药专用蜡开发应形成系列化、标准化、规范化，从而提高乳化炸药的稳定性。

参考文献

[1] 刘耀鹏. 火炸药的生产技术[M]. 北京：北京理工大学出版社，2009：188.

[2] 欧育湘. 炸药学[M]. 北京：北京理工大学出版社，2006：368.

[3] 汪旭光. 乳化炸药[M]. 第2版. 北京：冶金工业出版社，1986：112-124，239.

[4] 胡伟龙，王德军，张志银，等. MF系列乳化炸药专用复合蜡的研究[J]. 爆破器材，2000，29(1)：11-15.

[5] 文菊生. JX乳化炸药专用蜡系列产品研究开发[C]//2010年全国石油蜡产品技术交流会论文集. 2010：150-155.

[6] 张建雨，吕全海，胡景娜，等. 植物型乳化炸药专用复合蜡的研究[J]. 石油炼制与化工，2008，39(5)：59-61.

[7] 王玉芳，杜兰英，张宁，等. 粉状乳化炸药专用微晶蜡的改性研究[J]. 河南石油，2006，20(4)：91-92.

[8] 李景斌. 抚顺石油化工研究院专用蜡产品[C]//2009年全国石油蜡产品技术交流会论文集. 2009：250-251.

Development Progress and Market Forecast of Special Wax for Emulsion Explosive

Yao Anmei[1] Wu Yongxin[2] Yao Haiyang[1] Han Deqi[1]

(1. *Nanyang Wax Fine Chemical Plant, Henan Oil Exploration Bureau, Nayang* 473132;
2. *Nanyang Quality and Technology Supervision and Inspection Center, Nanyang* 473132)

(下转第54页)

较大且不影响油品质量,但尚未见具体工业化装置的报道。从增产丙烯的角度比较,CPP 工艺增幅最大,而且乙烯产率也最高,适合发展以乙烯、丙烯为原料的化工项目,急需丰富低碳烯烃原料的化工企业采用。随着技术的不断进步,增产丙烯技术会更快的发展,我国是重油催化裂化大国,通过 FCC 工艺增产丙烯将成为新的效益增长点,国内的科研院所应加快增产丙烯的其他技术的开发研究,为日益增长的丙烯需求提供技术储备。

参考文献

[1] 朱明慧,王红秋. 国外丙烯生产技术最新进展及技术经济比较[J]. 国际石油经济,2006,(1):38 - 42.

[2] 陈硕,王定博,吉媛媛,等. 丙烯为目的产物的技术进展[J]. 石油化工,2011,40(2):217 - 224.

[3] 王巍,谢朝钢. 催化裂解(DCC)新技术的开发与应用[J]. 石油化工技术经济,2005,21(1):8 - 14.

[4] 邢立强. 增产丙烯技术 DCC 工艺应用[J]. 齐齐哈尔大学学报,2010,26(4):72 - 75.

[5] 赵金立. 增产丙烯的技术及其进展[J]. 炼油技术与工程,2004,34(4):1 - 4.

[6] 瞿勇,胡云光,林衍华. 丙烯增产技术开发进展及前景分析[J]. 石油化工技术经济,2004,20(5):46 - 52.

[7] 李雅丽. 多产丙烯生产技术进展[J]. 当代石油石化,2001,9(4):31 - 36.

[8] 周琼,胡建良. 炼厂增产丙烯措施探讨[J]. 石化技术,2001,8(4):244 - 248.

[9] 张津林,李静. 炼油企业增产丙烯技术探析[J]. 石油与天然气化工,2008,37(3):193 - 195.

Advances in Fluid Catalytic Cracking Process for Increasing Propylene Yield

Gu Daobin

(*Research Institute of Yangzi Petrochemical Co. ,Ltd. ,SINOPEC,Nanjing* 210048)

[**Abstract**] The main ideas to increase propylene yield with fluid catalytic cracking(FCC) were introduced. The advances in technology of increasing propylene yield were discussed, including deep catalytic cracking(DCC), catalytic pyrolysis process(CPP), heavy - oil contact cracking(HCC), Petro fluidized catalytic cracking (PetroFCC), selective component cracking (SCC), Maxofin, high - severity fluid catalytic cracking(HS - FCC), Superflex , etc . The technologic characteristics, catalyst, components of product, and olefin yield of new technologies were compared with those of general technology of FCC. The results showed that the yield of propylene was increased obviously in modified technologies. The modified technical process is suitable for application in China.

[**Key words**] fluid catalytic cracking; propylene; yield

(上接第 48 页)

[**Abstract**] The production situation of the special waxes for domestic emulsion explosives including emulsion explosives and powdery emulsion explosives was introduced. The market and the development prospects of these waxes were analyzed. The development progresses of the special waxes were reviewed. It was pointed out that the development of the special waxes should be systematization and standardization to improve the stabilities of emulsion explosives.

[**Key words**] emulsion explosive; powdery emulsion explosive; oil phase material; microcrystal wax