

HY102 高密度聚乙烯绝缘料

鉴定报告

扬子石化华扬工业公司

一九九四年四月

※※※※※※※※※※
※ 鉴定资料一 ※
※※※※※※※※※※

HY102—HDPE
通讯电缆绝缘料综合报告

扬子石化公司科技处
扬子石化华扬工业公司
一九九四年四月

HY102—HDPE通讯电缆绝缘料综合报告

一、前言:

为了满足我国邮电通讯事业迅速发展的需要,为了解决制作通讯电缆绝缘材料的需求,扬子石化华扬工业公司选择了“HDPE通讯电缆绝缘料”课题进行研制,生产出高、中、低速通讯电缆绝缘层专用树脂。

二、技术路线:

以扬子石化公司塑料厂所生产的HDPE为基础树脂和改性树脂,加入适量助剂以提高树脂各项性能,满足作为通讯电缆绝缘材料的各项技术要求,如强度、电性能、老化性能和耐环境应力等。

三、主要研制内容:

- 1、选择合适的工艺技术路线,确定生产方法和生产设备。
- 2、对基础树脂、改性树脂、助剂进行系统剖析和筛选,配方试验。
- 3、生产工艺参数调试及确认。
- 4、扩大生产试验,考察工艺配方和产品质量的稳定性。
- 5、产品质量的研究,与国内外同类产品的比较,根据结果调试产品的配方。
- 6、工业应用试验,将试制的HY102产品先后提供给上海电缆

厂、无锡金城电缆厂、宝应宝胜电缆厂、南京华新泛亚电缆有限公司等单位，分别在高、中、低线速度下做工业应用试验，其结果均符合YD322—84标准，挤出性能均优于国内外同类产品。

四、主要性能指标:

项目名称	单位	邮电部YD 322—84技术要求	HY102 技术指标	测试方法
颜 色	/	本 色	本色或淡黄色	目测
密 度	g/cm ³	0.941—0.959	0.941—0.955	ASTM—D1505
熔融指数	g/10min	<1.0	<1.0	ASTM—D1238
拉伸强度	MPa	≥1.92	≥20	ASTM—D638
断裂伸长率	%	≥400	≥400	ASTM—D638
低温脆性(-76℃)	失效数	≤2/10	≤2/10	ASTM—D746
介电常数(1MHz)		2.31—2.37	2.31—2.37	ASTM—D1531
介质损耗角正切(1MHz)		≤5×10 ⁻⁴	≤5×10 ⁻⁴	ASTM—D1531
体积电阻率	Ω·cm	≥1×10 ¹⁵	≥1×10 ¹⁵	ASTM—D1531
氧化诱导期	min	≥30	≥45	ASTM—D3895
耐环境应力开裂(96小时)	失效数	≤2/10	≤1/10	ASTM—D1693

五、效益预测:

1、经济效益预测:

该产品生产能力为1000吨/年时，吨产品成本为8655.03元，

当市场售价为10000元/吨时，年利税为134.5万元。

2、社会效益预测：

该产品熔体流动性好，拉线速度高，价格只有进口料的2/3。不仅能为国家节约大量外汇，给社会带来巨大效益，而且也给国内高速绝缘料工业化生产增加了一条新途径。

六、结论：

1、HY102树脂是采用扬子石化公司生产的HDPE为基础树脂，加入适量改性树脂、助剂，其生产工艺是可行的，并形成1000吨/年的生产能力。

2、按确定工艺条件生产的HY102树脂，各项技术指标已达到邮电部YD322—84标准，并已接近国外同类产品的水平。

3、HY102除各项技术性能符合标准外，加工电缆线对的模压均低于国内外同类树脂加工时的模压，给加工设备带来很大的好处，并节约能源。

4、当生产能力为1000吨/年，售价为10000元/吨时，年利税134.5万元，具有显著的经济效益。

※※※※※※※※※※
※ 鉴定资料二 ※
※※※※※※※※※※

HY102高密度聚乙烯绝缘料 研制报告

扬子石化华扬工业公司
一九九四年三月

目 录

一、前言

二、试验部分

(一) 主要设备及原材料

(二) 配方及工艺路线的确定

1、基础树脂及改性树脂的选择

(1) 基础树脂的选择

(2) 改性树脂的选择

(3) 基础树脂及改性树脂的分子量及分子量分布

(4) 绝缘料的流变性能

2、助剂体系的确定

3、工艺路线的确定

(三) 扩大试验及批量生产

1、扩大试验及批量生产所采用的配方

2、工艺过程

3、工艺条件

4、HY102绝缘料的质量

(1) HY102绝缘料的各项性能及与国内外同类产品的对比

(2) HY102绝缘料与DGDK3364绝缘料流变性能对比

(四) 应用试验

1、上海电缆厂试用HY102绝缘料的概况

2、宝胜电缆厂的试用概况

3、无锡金城电缆厂的试用概况

三、三废问题

四、结论

HY102高密度聚乙烯绝缘料的研制

一、前言

聚乙烯分子结构对称，属非极性材料，以其卓越的电性能被公认为通讯电缆和电力电缆的理想绝缘材料和护套材料，美国联碳化学工业公司生产的聚乙烯电缆料牌号早已超过了40种。如越洋电话电缆、电话线对、共用天线、电力传递电缆均以聚乙烯电缆料为主。

40年代到60年代初美国联碳公司(UCC)的绝缘料不论是用于生产埋地电缆还是架空电缆的绝缘料，均用低密度聚乙烯作基料，60年代由于电线挤出机有了较大改进，使生产速度进一步提高，采用了改进的低密度聚乙烯电缆料。60年代后期至70年代初，该公司已开始用高密度聚乙烯为电话电缆的线对绝缘料，目前，联碳公司生产三种HDPE绝缘料即无发泡绝缘料DGDK—3364，发泡绝缘料DGDA—3485和DGDA—3490。其中无发泡料不仅是优秀的通讯电缆绝缘材料，也是中低压电力电缆的绝缘材料，至今其用量仅次于LDPE及XLPE。

目前世界上使用最广，用量最多的是高密度聚乙烯通讯电缆绝缘料它比聚丙烯通讯电缆绝缘料具有更优良的耐低温性能，比低密度聚乙烯通讯电缆绝缘料具有更好的抗拉强度，耐磨性及耐热性，尤其以易加工和表面平整性，更适合于高速薄层绝缘料的

挤出,因此受到各电缆厂家的欢迎。UCC公司生产的DGDK3364HDPE通讯电缆绝缘料,它的性能远远优于日本宇部公司生产的LDPE—UBE180绝缘料。

我国随着通讯事业的迅猛发展,对电线电缆提出了更高的要求,必然导致所需通讯电缆料发生深刻的革命。从八十年代中期,邮电部成都电缆厂引进聚烯烃通讯电缆线对绝缘高速生产线起,至今我国已引进了线对绝缘高速生产线100多条,连同国产设备,年需各种聚乙烯绝缘料1.2万吨,这些绝缘料绝大部分靠进口,花去大量外汇,对我国通讯事业的发展极为不利。

时至今日,国内引进的HDPE树脂产品中也没有UCCDGDK—3364相对应的牌号,也无类似该牌号的产品。虽然近年来,有的工厂也生产一些改性的HDPE通讯电缆绝缘料,但产量和质量远远不能满足用户的需要。在我们进行市场调研中,用户迫切希望扬子石化公司适应市场需要,尽快开发自己的HDPE通讯电缆用绝缘料。

为此,我们根据扬子公司现有的HDPE树脂产品性能,进行了严格的筛选和改性,得到了适宜做通讯电缆绝缘料的基础原料,得到了与美国UCCDGDK—3364性能相当的产品,各项性能指标达到了邮电部YD322—84的标准要求。

二、试验部分

(一)、主要设备及原材料:

1、主要设备仪器:

SHJ--72双螺杆挤出机	南京橡塑机械厂
GH—200A高速混合器	北京塑料机械厂
Waters150C型GPC	日本
HE190型哈克流变仪	德国
DTA差热仪	上海分析天平仪器厂
XRZ—400C熔融指数测定仪	长春市非金属试验机厂
热压机GMH—1A 410×410mm	电加热 日本东京
冷压机GMH—1A 410×410mm	水冷却 日本东京
拉力机DY32	德国ADAMEL公司

2、原材料:

HDPE	扬子石化公司
DGDK—3364	美国UCC公司
主辅抗氧剂	国产、工业级
专用助剂	国产、工业级

(二) 配方及工艺路线的确定:

1、基础树脂及改性树脂的选择:

(1) 基础树脂的选择:

一根通讯电缆由成百上千的线对组成，绝缘层全长为电缆的千百倍，因此绝缘料的高速加工行为具有十分重要的意义，七十年代绝缘层挤出速度一般为1000米/分，八十年代普遍采用高速挤出生产线，加工速度高达1500—2400米/分，而厚度又不足0.5mm，且要求制成的线对光滑均匀，这表明对绝缘料的流变性提出了苛刻的要求，借助于Waters150C型GPC测定仪等，对扬子公司生产的HDPE树脂进行了系统的分子量和分子量分布的测定，用哈克流变仪测定其流变性能，并与国内外一些HDPE树脂进行了对比，最后筛选出扬子公司生产的分子量高，分子量分布比较宽，耐环境应力开裂性好的共聚牌号HDPE树脂为基础树脂。

(2) 改性树脂的选择:

试验表明各种共聚HDPE树脂，在进行流变性能测定时，即使在高剪切速率下也未开裂，但挤出物表面均较粗糙。为此，先后选择若干不同的树脂安排了各种变量试验对基础树脂进行改性，最终得到了满意的改性树脂，并确定了最佳配比。对改性后的共混料测其各种性能及流变性能。其结果见表1和图1。

表1、改性树脂含量不同时HDPE绝缘料性能

性 能 \ 试验编号	FA-1	FA-2	FA-3	YD322-84标准
熔体流动速率 (g/10min)	0.31	0.42	0.54	<1.0
密度 (g/cm ³)	0.952	0.952	0.954	0.949-0.955
拉伸强度 (MPa)	26.7	26.0	27.2	≥19.2
断裂伸长率 (%)	740	540	520	≥400
氧化诱导期 (min)	>68	>68	>68	≥30
低温冲击脆化温度(-76℃) —破损率	0	0	0	≤2/10
耐环境应力开裂(96h) —破损率	0	0	0	≤2/10
介质损耗角正切(1MHz)	2.1×10^{-4}	2.1×10^{-4}	2.1×10^{-4}	$\leq 6 \times 10^{-4}$
介电常数 (1MHz)	2.35	2.33	2.32	2.31-2.37
体积电阻率(20℃/2cm)	1.5×10^{17}	2.0×10^{17}	2.4×10^{17}	$\geq 1 \times 10^{15}$
用于低速(240m/min)绝缘层外观	好	好	好	
用于高速(1700m/min)绝缘层外观	良	好	最好	

注：改性剂含量 FA-1<FA-2<FA-3

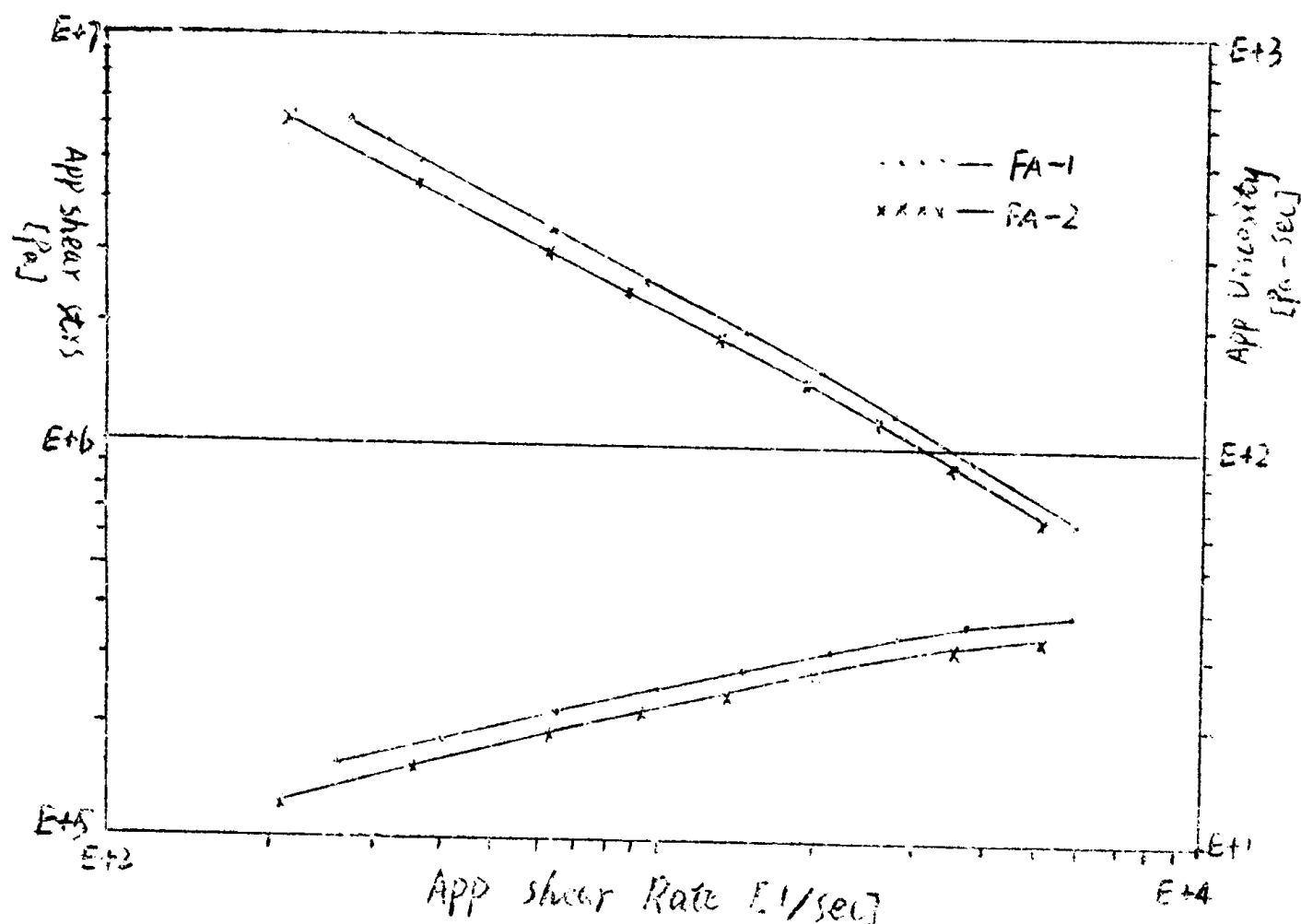


图1、改性剂含量不同时绝缘料的流变曲线

由表1和图1看出，随着改性树脂含量的增加，绝缘料的熔体流动速率增加，在试验所在剪切速率范围内，随改性剂用量的增加，熔体粘度明显降低，流变性能变好，挤出芯线外观质量有所改进，各项性能均符合YD322--64标准规定的要求。尽管对伸长有所影响，但最终仍超出规定值较多。试验还证明，改性剂用量必须在适宜的范围内较严格控制，如果选择不当，流变曲线出现明显拐点，而且挤出物表面粗糙，不仅不能适应高速挤出，而且在国产设备上，也得不到平整光滑的表面。

(3) 基础树脂及改性树脂的分子量及分子量分布:

基础树脂、改性树脂及改性后绝缘料的分子量及分子量^{分布}如下所示。

表2、基础树脂、改性树脂及HDPE绝缘料的MW和MWD

名 称	$\bar{M}_w \times 10^{-4}$	$\bar{M}_n \times 10^{-4}$	MWD	MI(g/min)
基础树脂	19.84	2.73	7.23	/
改性树脂	7.29	1.76	4.19	/
HDPE绝缘料	16.34	3.07	5.32	0.5—0.6
DGDK3364	15.83	2.56	6.18	0.3
	10.38	2.29	4.53	0.7

从表2数据可看出，基础树脂与改性树脂的M差别很大，通过共混后重均分子量有所降低，表明小分子量的改性树脂对产品的流动性起到了很好的调节作用，对MWD也起到了很大作用，使其分子量分布变窄，更接近于UCCDGDK3364数值，这样挤出时小分子在口模处的应力较原来大分子均匀，从而改变了原基础树脂的表面平整性。我们前后收集到两种熔体指数的DGDK3364HDPE通讯电缆料，从分子量分布数据看出，过去DGDK3364分子量偏高，熔体指数较低，而最近一两年提供的料，分子量降低，熔体指数有较大提高。

(4)、基础树脂、改性树脂、绝缘料的流变曲线

a、基础树脂的流变曲线见图2。

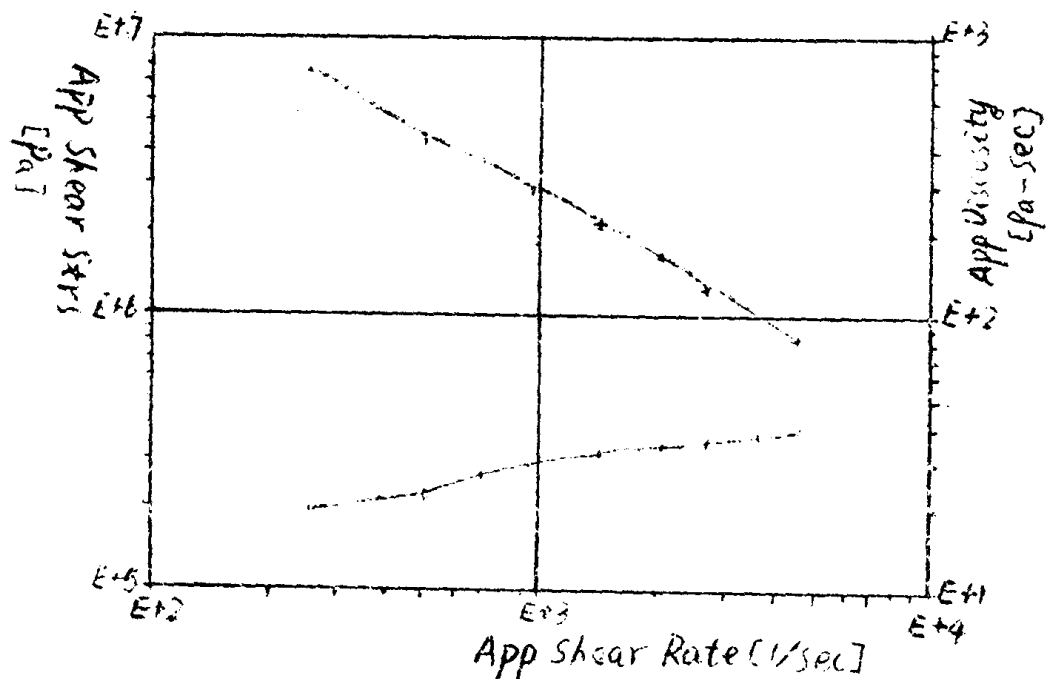


图2 基础树脂的流变曲线

b、改性树脂的流变曲线见图3。

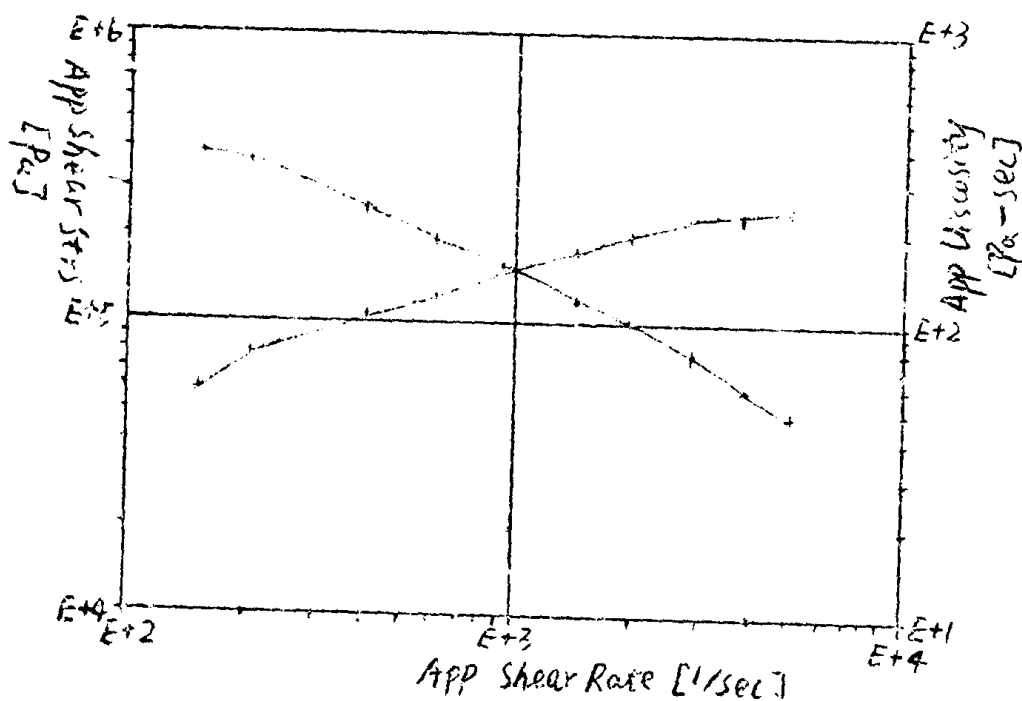


图3 改性树脂的流变曲线

c、改性后绝缘料的流变曲线如图4。

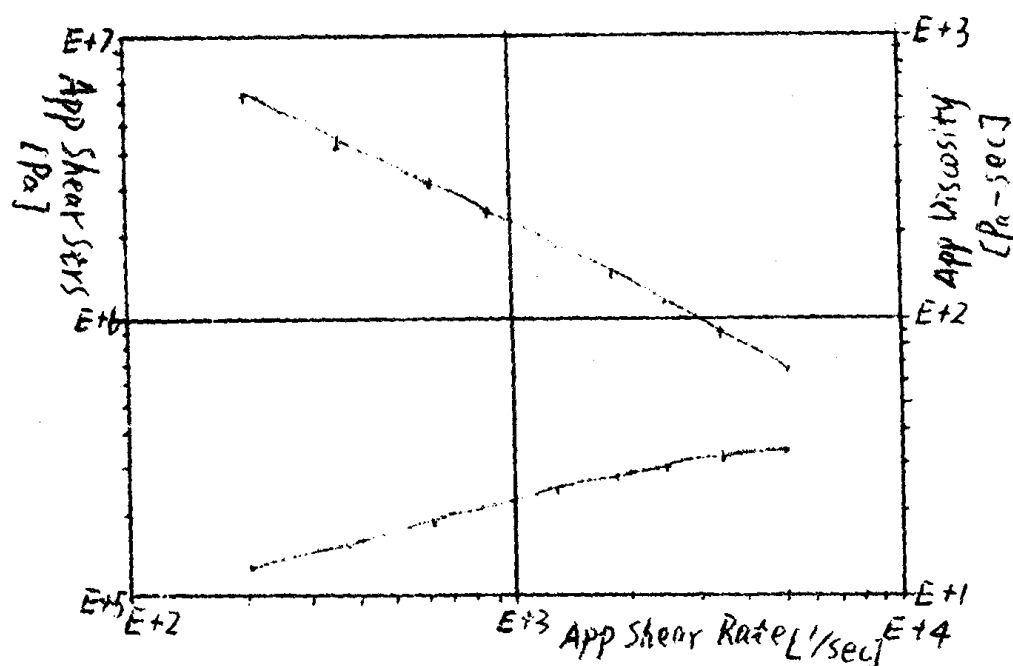


图4 绝缘料的流变曲线

基础树脂改性后，其流变性能发生变化，在测试所在剪切速率范围内材料的粘度明显降低，而且流变曲线光滑，无拐点，挤出物表面也十分平整。

从上三种材料的流变曲线看出，尽管原料树脂的临界剪切速率都比较低，但经过科学的混配后，少量的改性树脂可以从根本上改变较高分子量树脂的流变特性。

2、助剂体系的确定:

在电线电缆中，聚烯烃绝缘层与铜导线直接接触，而铜对聚烯烃会起催化氧化反应，加速聚烯烃的降解，所以在HDPE绝缘料助剂体系中除了添加常用的主辅抗氧剂外，还要添加抑制铜离子