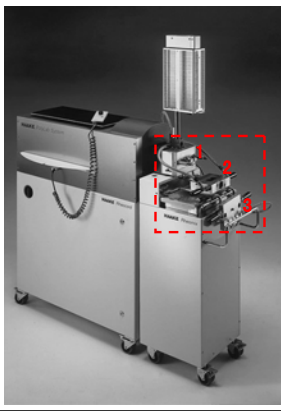


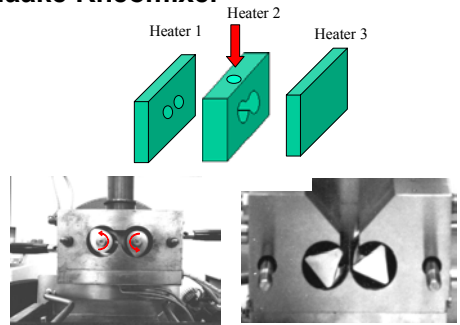
## Haake Rheomixer

### PolyLab - Rheomix Mixer – System

The PolyLab System from Thermo Haake used together with the Rheomix mixer sensor produces rheograms that provide production-related information such as: dynamic viscosity depending on the shear load, melt behavior in the extruder, the influence of additives, and temperature and shear load behavior. The mixer is suitable for highly viscous substances such as thermoplastics, thermosets and rubbers to name a few.



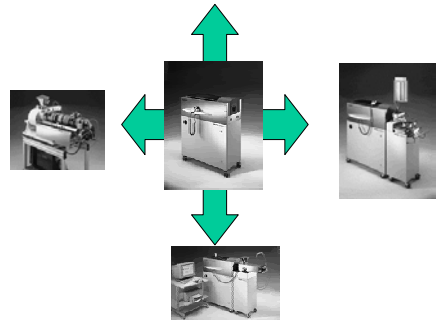
## Haake Rheomixer



## Haake Rheomixer

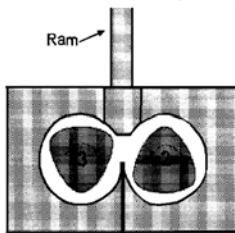


## Haake Rheomixer



## Haake Rheomixer

### Laboratory Mixers Measuring principle

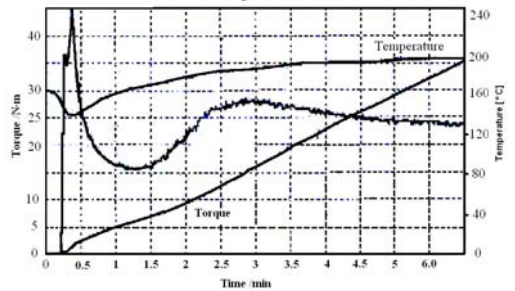


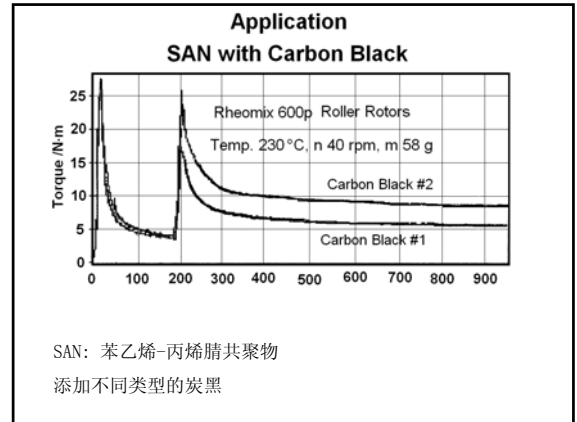
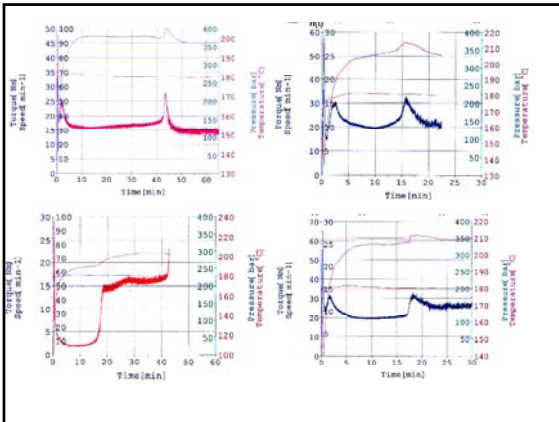
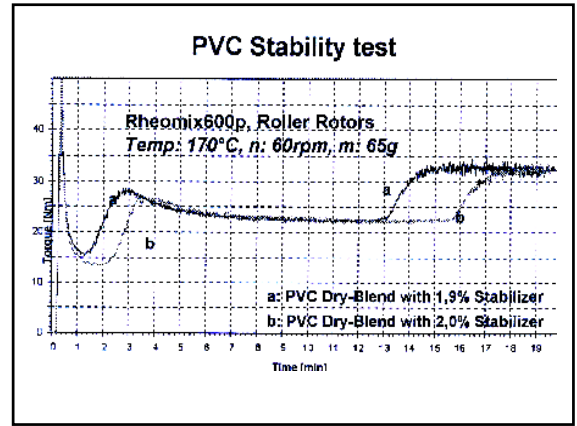
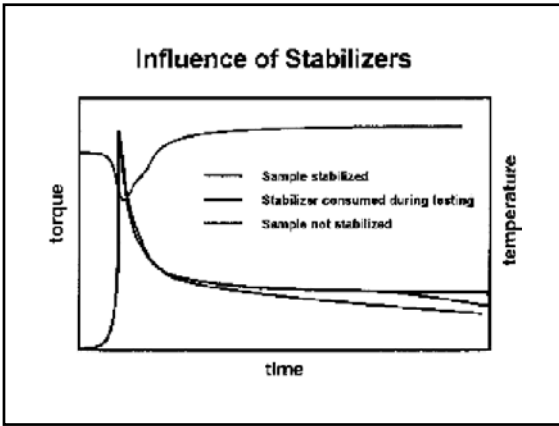
Shearing of a test sample in a heated mixing chamber with counter rotating rotors

#### Test results:

Torque  
Melt temperature

## Polyview

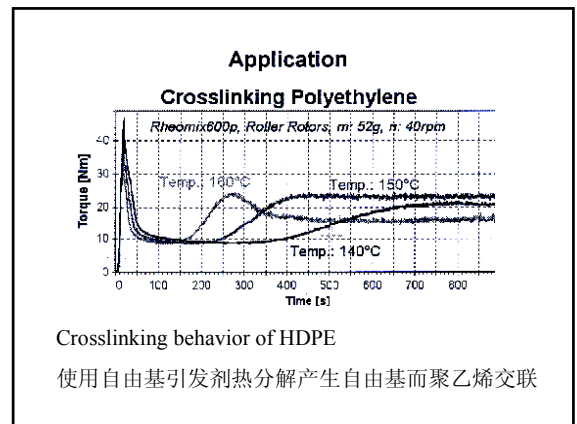




## Applications of Haake Rheomixer

The mixer is suitable for highly viscous substances such as thermoplastics, thermosets and rubbers.

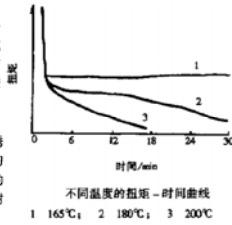
- PVC 稳定剂稳定性评价;
- PVC抗冲改性剂对加工的影响;
- 聚合物共混体系;
- 具有化学反应的体系: 反应加工成型、聚合物扩链、接枝、交联、降解等;
- 聚合物填充体系
- ...



## Influence of temperature to the stability of Polypropylene

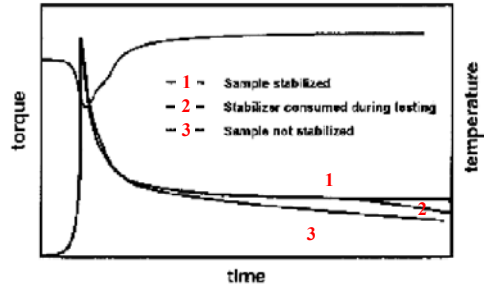
聚丙烯是易氧化降解树脂,其氧化、降解主要表现在以下几个方面:(1)受热与空气中的O<sub>2</sub>或H<sub>2</sub>O反应,生成发色基团,并伴随降解,降解时有明显的加速现象;(2)热剪切降解;(3)以上2种情况共同作用。

评价树脂的热稳定性,通常采用测定氧化诱导时间的方法(静态法),这种方法由于没有剪切外力,因而不能反映树脂加工过程中剪切降解的情况,尤其是对于聚丙烯等剪切敏感的1类树脂。

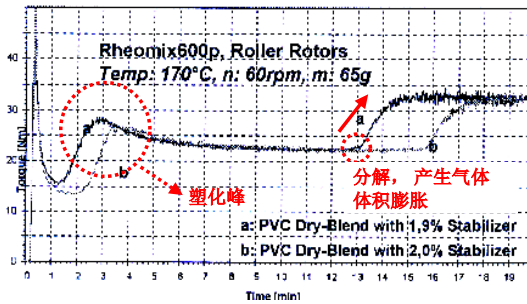


根据扭矩下降的情况,及物料颜色可以判断降解程度

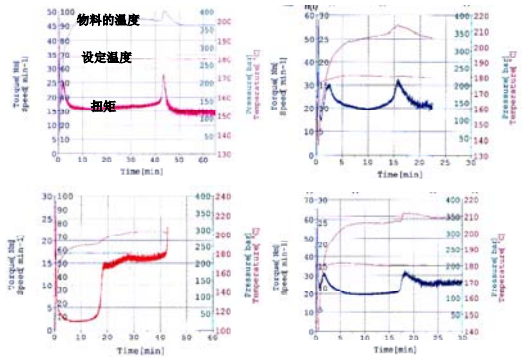
## Influence of Stabilizers



## PVC Stability test



## PVC 复合稳定剂(内润滑剂、外润滑剂、稳定剂)的评价



## PVC 抗冲改性剂的评价

CPE, ACR and MBS are the three prevailing modifiers for rigid PVC plastic products. The test of their respective processability and properties on HAAKE rheometer in an attempt to seek the best modifier for PVC profiles with the optimal performance-price ratio proves the following:

Formulation:

PVC 100, CPE3135 8, ACR(201) 1.6, CaCO<sub>3</sub> 5, TiO<sub>2</sub> 4, CaSt 0.06

Rare earth stabilizer 3.1

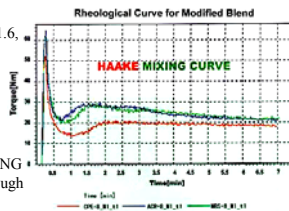
Milling Conditions:

HAAKE Rheomix 600P

180°C/30rpm

Appraise:

The rheological curve shows YAXING CPE 3135 has the lowest torque, though relatively slow plastication.

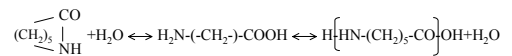


## Haake Rheomixer的应用: 有化学反应的体系

—— 研究ε-己内酰胺的反应挤出

PA6的合成方法:

□ 水解聚合 —— 塑料粒子, 分子量低、分子量分布宽



□ 阴离子聚合(单体浇铸法), 分子量高、分子量分布窄, 性能好;

□ 反应挤出法: 用阴离子聚合在短时间内迅速得到PA并造粒;

现今的尼龙6 (PA-6) 塑料, 90%以上是由ε-己内酰胺通过水解缩聚法生产的, 约10%的PA-6塑料则为单体浇铸法和反应注射成型法生产的。水解缩聚PA-6塑料, 因聚合后期熔体粘度过高, 使得传热传质相当困难, 导致了反应不充分, 分子量低、分子量分布过宽及聚合时间长等缺点, 影响了PA-6塑料的综合性能, 限制了它在工业领域中的应用。为了能进一步提高PA-6的性能, 近年来国外更倾向于利用双螺杆挤出机, 采用反应挤出加工工艺, 合成出性能优越的尼龙6塑料。

## 反应挤出：聚合、造粒过程合一的过程

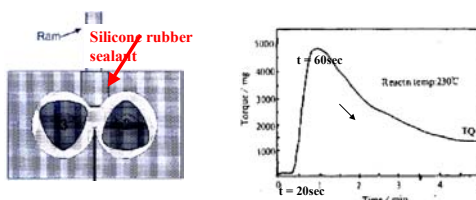
与水解缩聚法相比，用双螺杆挤出机连续反应挤出具有明显的优点：一是聚合时间短，仅需几分钟（缩聚法需10小时以上）；二是没有副产物（缩聚法则有低分子化合物产生）；三是产物分子量高，为缩聚法的数倍；故反应挤出的PA-6，性能好、价格低。因而，国外已有数家大公司正在积极地研究开发这一新技术，已实现实验室规模，目前正在工业化生产规模试验，以期建立起能工业化生产PA-6连续反应挤出生产线。



工艺: Cl 100g, NaOH 0.14g, TDI 0.115g



## Haake rheomixer 扭矩-时间曲线

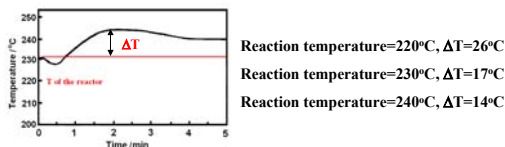


Polymerization start at 20 sec and nearly complete within 60sec, when reaction temperature is 30°C.

Viscosity decrease for:

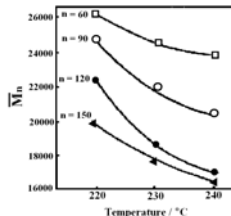
1. Exothermic Reaction (Polymerization);
2. Degradation of PA6 under catalyst;
3. Mechanical Shear decrease the molecular weight.

## 温度-时间曲线



试验中发现随着起始反应温度的升高，温度上升的幅度逐渐下降。例如，在转速为120转/分时，起始反应温度为220°C，则反应引起的温升为26°C，230°C时，温升为17°C；240°C时温升为14°C。这表明，起始反应温度的上升，使得反应所需活化能减小，聚合反应放热量亦减小，且这种聚合热减少引起温升幅度的变化。大于起始反应温度上升所引起的变化，因此出现了起始反应温度的提高，使得温升幅度呈下降的现象。这种情况说明，在双螺杆挤出机中进行尼龙6的反应挤出时，用作聚合反应段的每一筒体的热交换器，应随每一筒体的设定温度的提高而有所减小，以便保持聚合过程中的准等温操作，否则会大大影响最终产品的微观结构形态及其性能。

## Influence of Reaction Temp. and Rotating rate to the molecular weight of resultant PA6

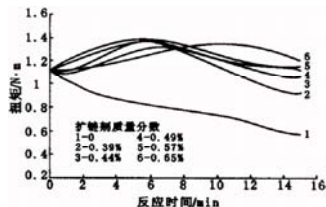


- 分子量随温度的增高而降低，随转速的增高而降低；
- 在转速较低、反应温度较低、反应时间较短时，分子量可基本接近转型尼龙的分子量。

根据上述分析，我们认为，在哈克流变仪上进行的聚合反应，其操作环境具有密闭、高剪切和高温等特点，模拟的环境也基本接近于双螺杆挤出机中实际的操作环境，所获得的试验结果可为双螺杆挤出机中的模拟所借鉴。因此用流变仪作为己内酰胺聚合反应器来模拟反应挤出操作条件是可行的，从而为模拟较复杂的反应挤出过程提供了一种工程上简便易行的方法。

## Haake Rheomixer 应用: 有化学反应的体系

---扩链剂对PBT(对苯二甲酸丁二醇酯)流变性能的影响



不同扩链剂浓度对PBT流变性能的影响

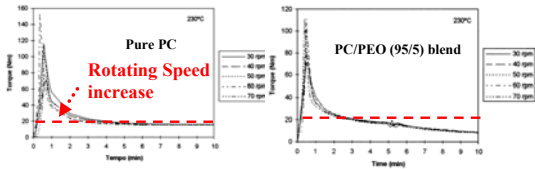
## Haake Rheomixer 应用: 聚合物共混体系

--- Rheological properties of blends of PC with PEO

Polycarbonate of bisphenol A (PC) is an amorphous and polar thermoplastic polymer. It possesses exceptional properties such as impact strength, ductility, toughness and transparency. However, PC is very difficult to fabricate because it has a high melt viscosity.

Some polymers, such as polyoxides, may also act as a plasticizer in polymer blends, promoting higher mobility of the polymer chains due to their low glass transition temperature.

### Torque – time cure for pure PC and PC/PEO (95/5) blends at Various Rotating rate



1. Torque for PC/PEO(95/5) blends is smaller than that of pure PC;
2. Torque for PC/PEO(95/5) blends is less dependent on the rotating rate.

### Applications of Haake Rheomixer --- Summary

#### 转矩流变仪用途:

1. 样品的制备;
2. 模拟密炼、挤出(装挤出式测量装置)等工艺过程;
3. 评价温度, 转速对加工行为的影响
4. 评价材料组成对加工行为的影响

在聚合物加工研究中具有重要应用价值。