



華東理工大學
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

ECUST

双转子连续混炼机的自耦合混合特性及其在导电材料制备中的应用

华东理工大学橡塑机械工程研究中心 谢林生



1. 聚合物的混合过程

Mixing and compounding
混合



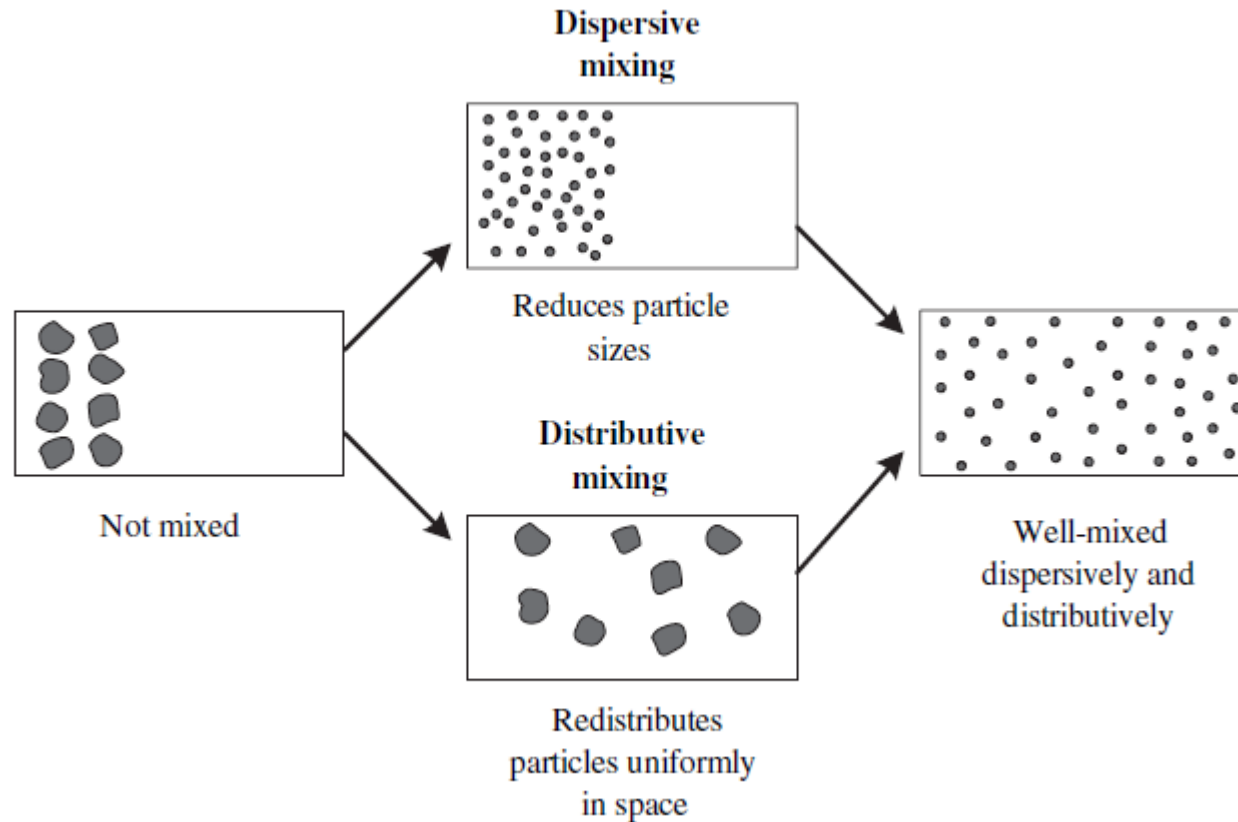
To reduce the nonuniformity of the mixture
混合物的均化



Inducing physical motion the ingredients
各组分的物理运动

molecular diffusion	分子扩散
eddy motion	涡流运动
bulk flow	体积流动

1. 聚合物的混合过程



分布混合与分散混合



1. 聚合物的混合过程

■ 聚合物改性——赋予聚合物某些性能

- **物理改性**——通过加入添加剂、其它多种聚合物的方法，改善聚合物母体的某些性能，赋予聚合物的某些特殊性能。
- **化学改性**——通过加入某些添加剂与聚合物分子之间发生化学反应，改变聚合物的原有性能，使其具有某些特殊的性能。

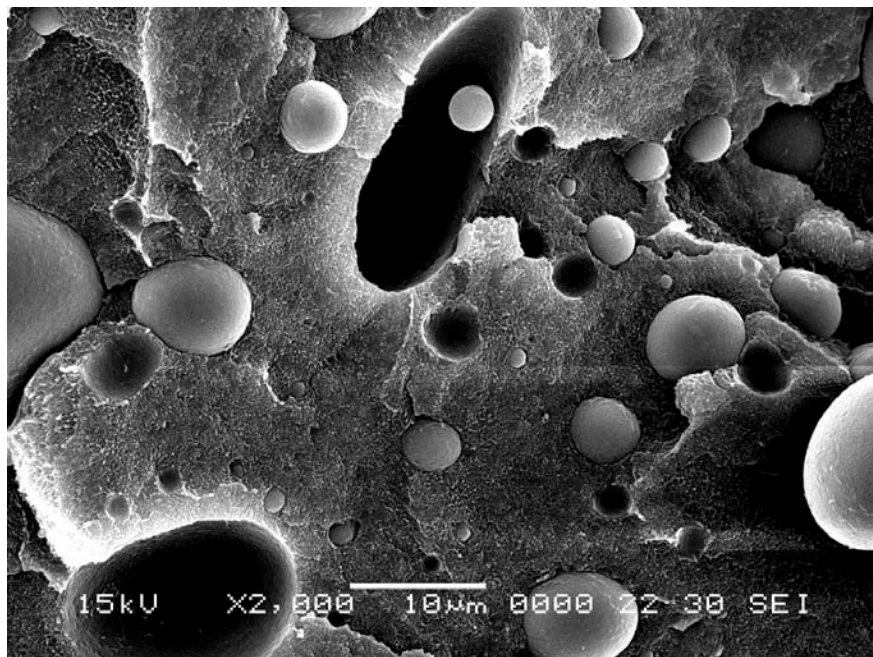
通常在物理改性的同时还伴随着一些化学反应

1. 聚合物的混合过程

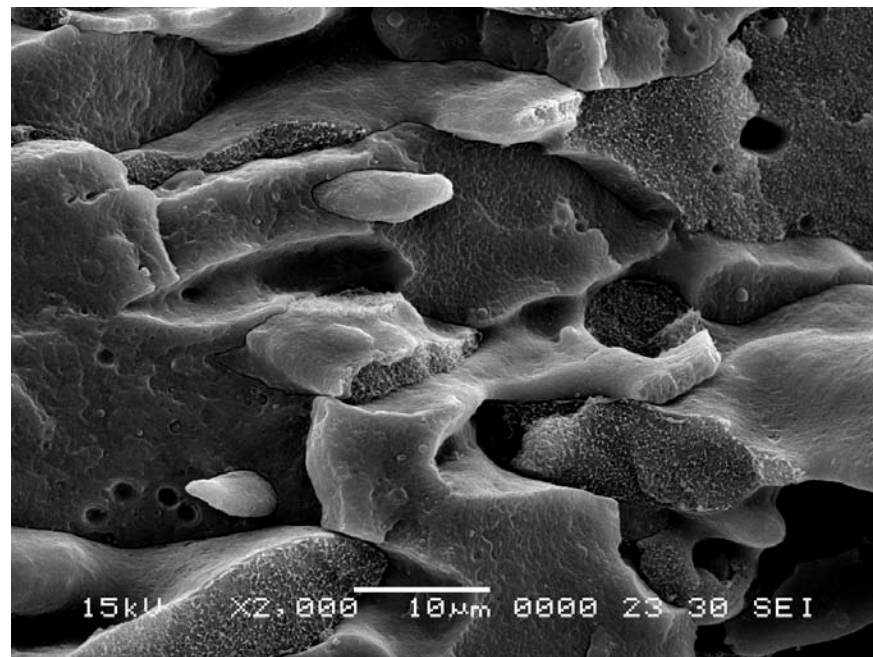
■ 共混物的形态与结构

➤ 基本结构类型

海—岛结构



海—海结构

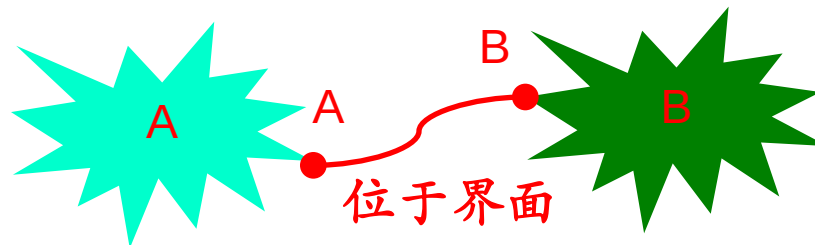


1. 聚合物的混合过程

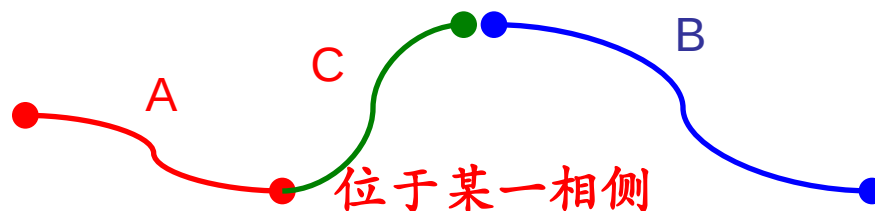
■ 聚合物的相容性

➤ 采用相容剂改善各相之间的相容性

非反应型
共聚物



反应型
共聚物



2. 拉伸在混合中的作用

■ 拉伸与混合——液液混合



Stretching, cutting, and stacking

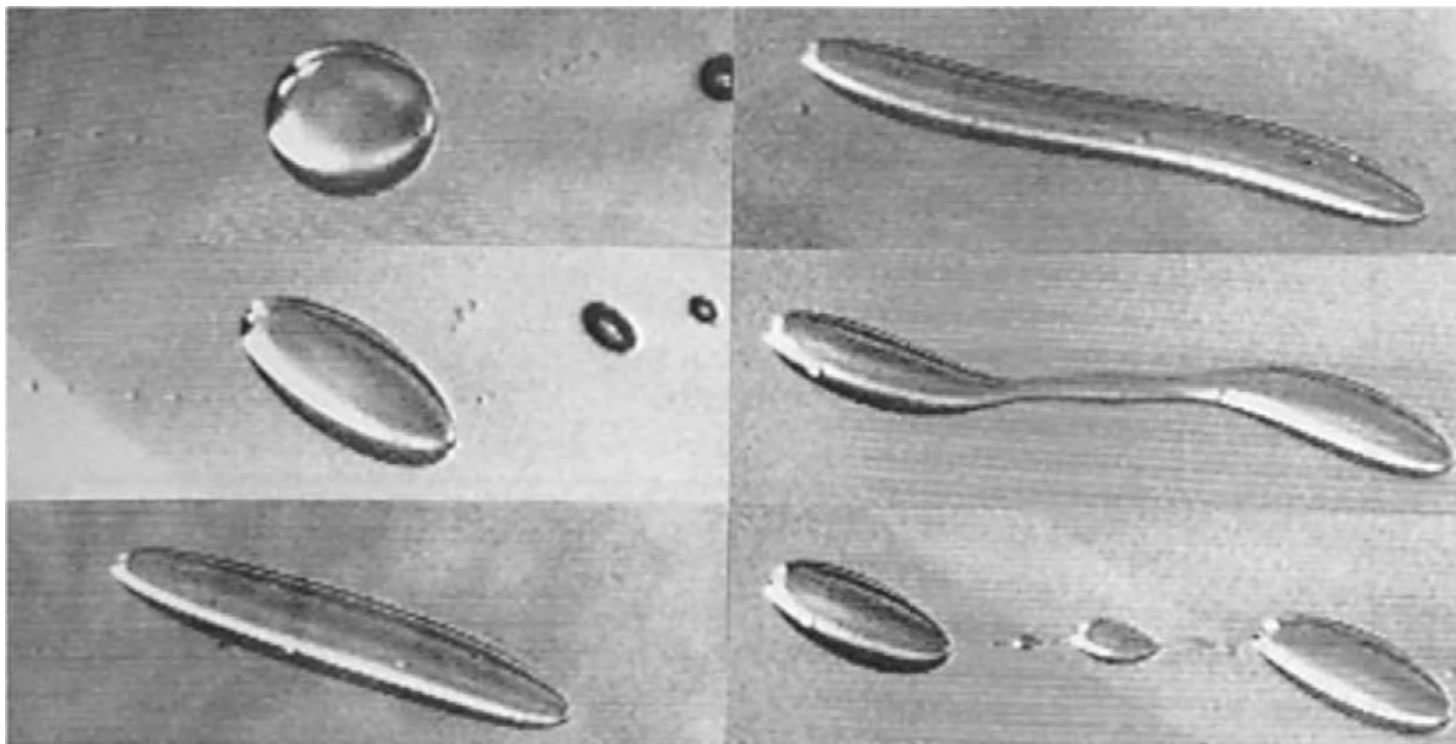


Stretching and folding

伴随着拉伸、折叠流动，共混物相界面面积增加

2. 拉伸在混合中的作用

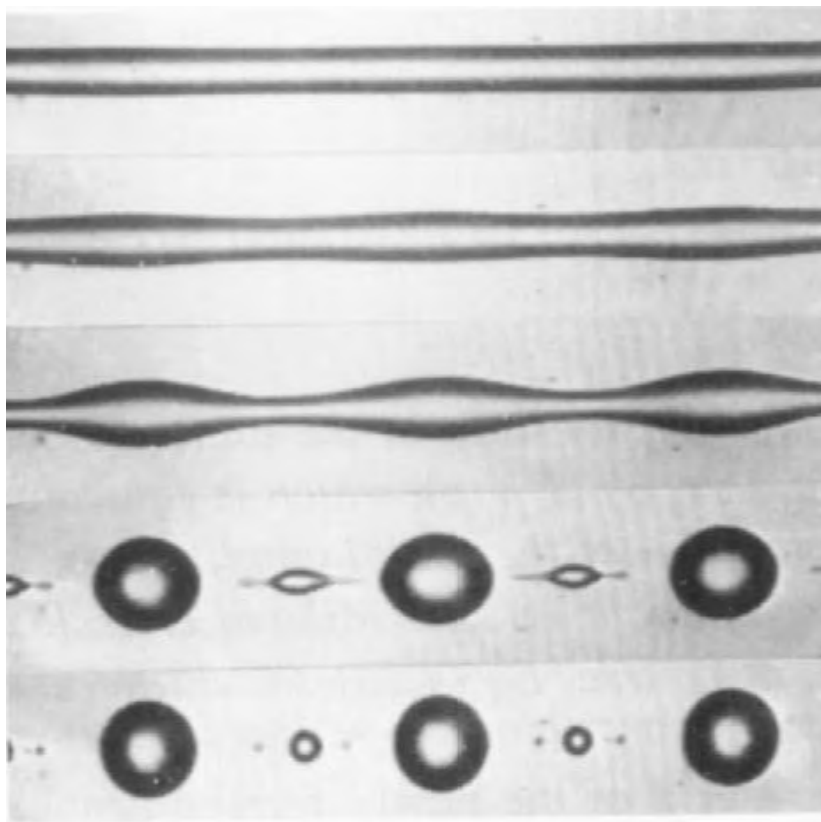
■ 拉伸与混合——液液混合



拉伸混合过程中共混物相织态的形成

2. 拉伸在混合中的作用

■ 拉伸与混合——液液混合

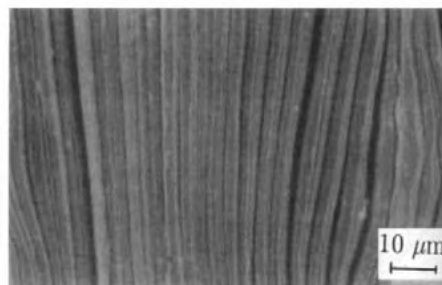
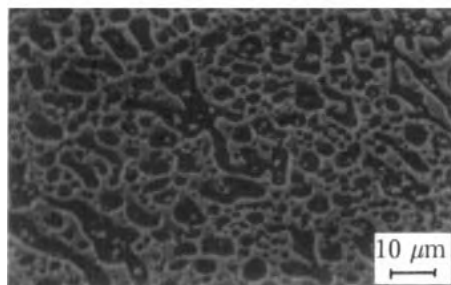
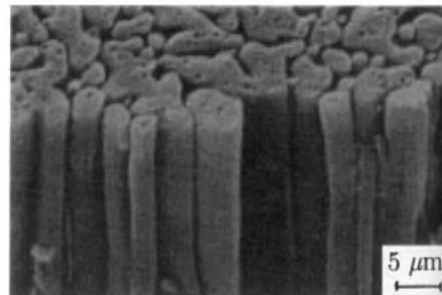
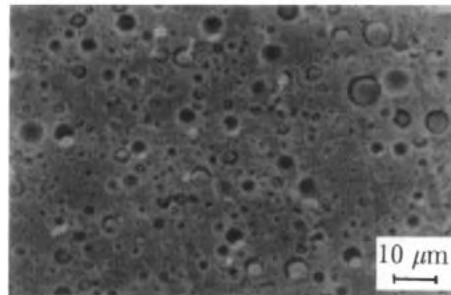


拉伸混合过程中共混物相织态的形成

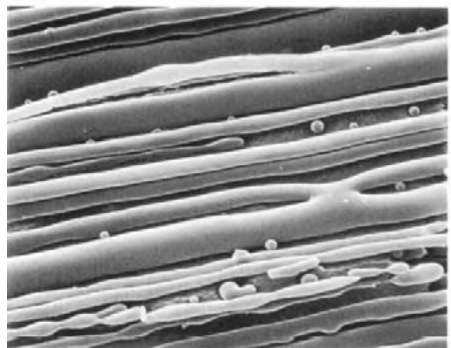
2. 拉伸在混合中的作用

■ 拉伸与混合——液液混合

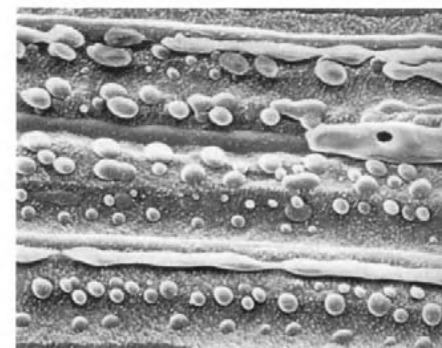
(a)



(b)



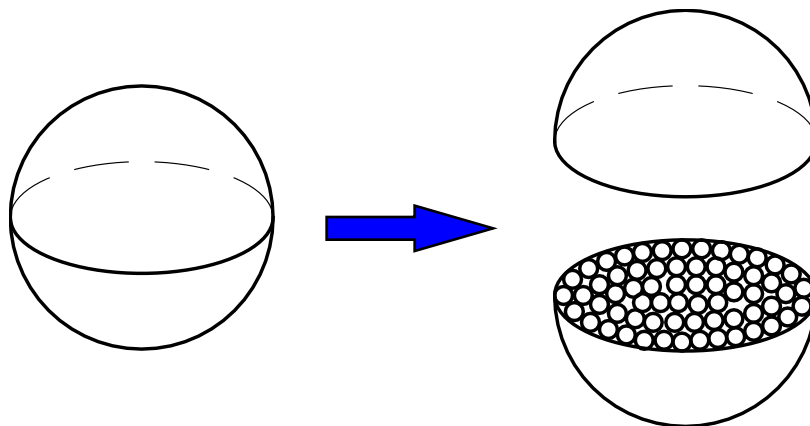
(c)



2. 拉伸在混合中的作用

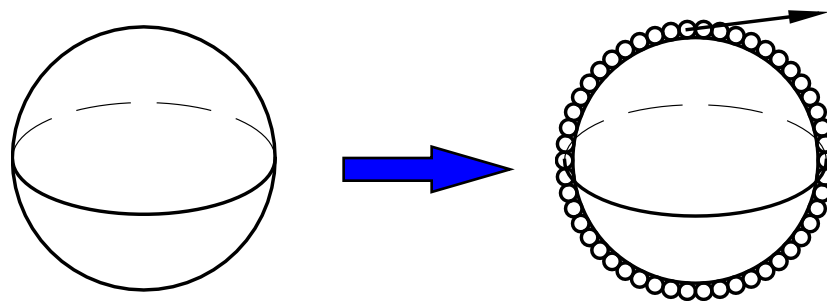
■ 拉伸与混合——液固混合

破裂解聚



附聚体
解聚时沿赤道
圆所在的平面
解体。

磨蚀解聚



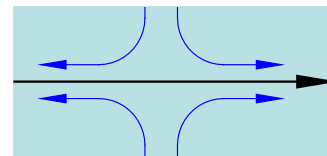
附聚体
解聚时，原粒
沿其外表面层
层剥离。

2. 拉伸在混合中的作用

■ 拉伸与混合——混合效能

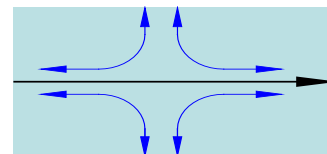
单轴拉伸流动:

$$\hat{E}_{ue} = \frac{12}{t} \eta \ln^2 \left[\frac{1.25A}{A_0} \right]$$



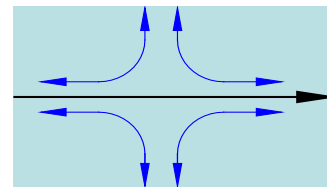
双轴拉伸流动:

$$\hat{E}_{be} = \frac{3}{t} \eta \ln^2 \left[\frac{1.25A}{A_0} \right]$$



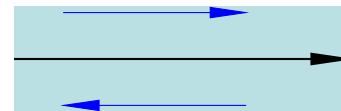
平面拉伸流动:

$$\hat{E}_{ps} = \frac{4}{t} \eta \ln^2 \left[\frac{2A}{A_0} \right]$$



简单剪切流动:

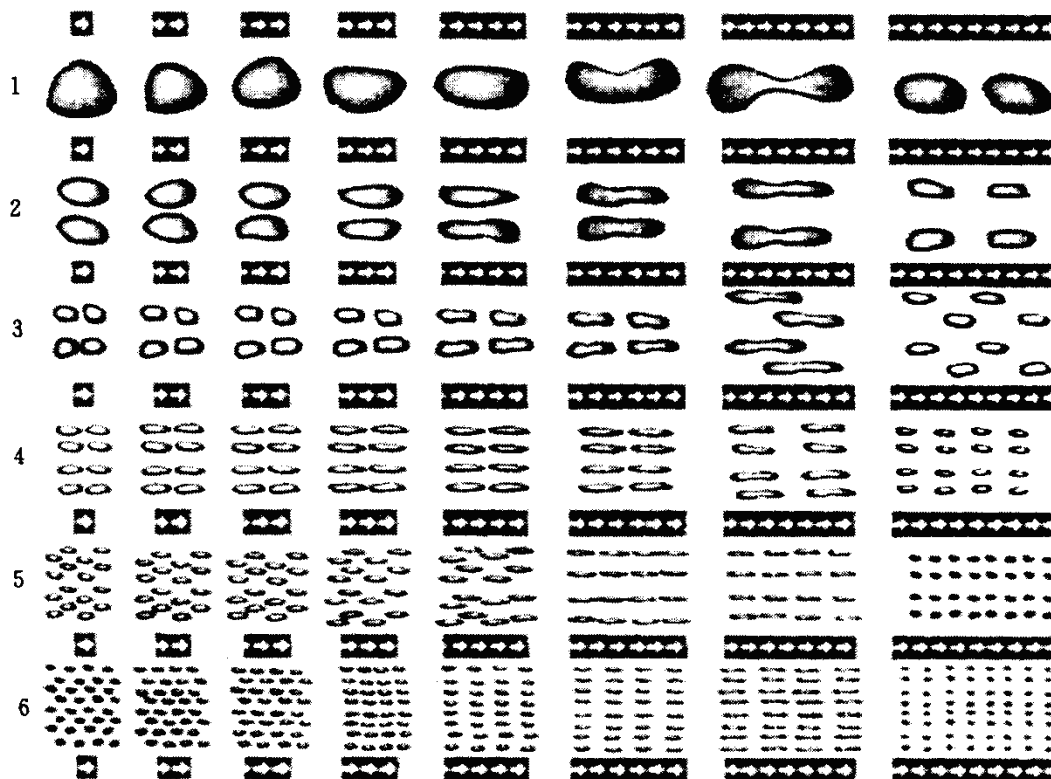
$$\hat{E}_{ss} = \frac{4}{t} \eta \ln^2 \left[\frac{A}{A_0} \right]^2$$



四种流动中，简单剪切流动消耗的能量最大。

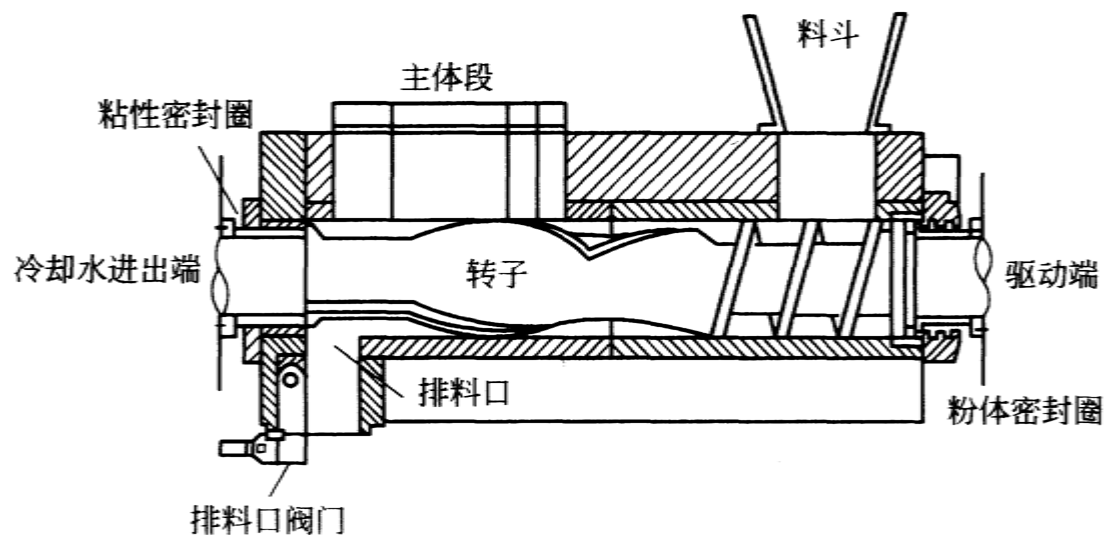
2. 拉伸在混合中的作用

■ 拉伸与混合——混合效能



理论上拉伸混合可以实现分子级混合

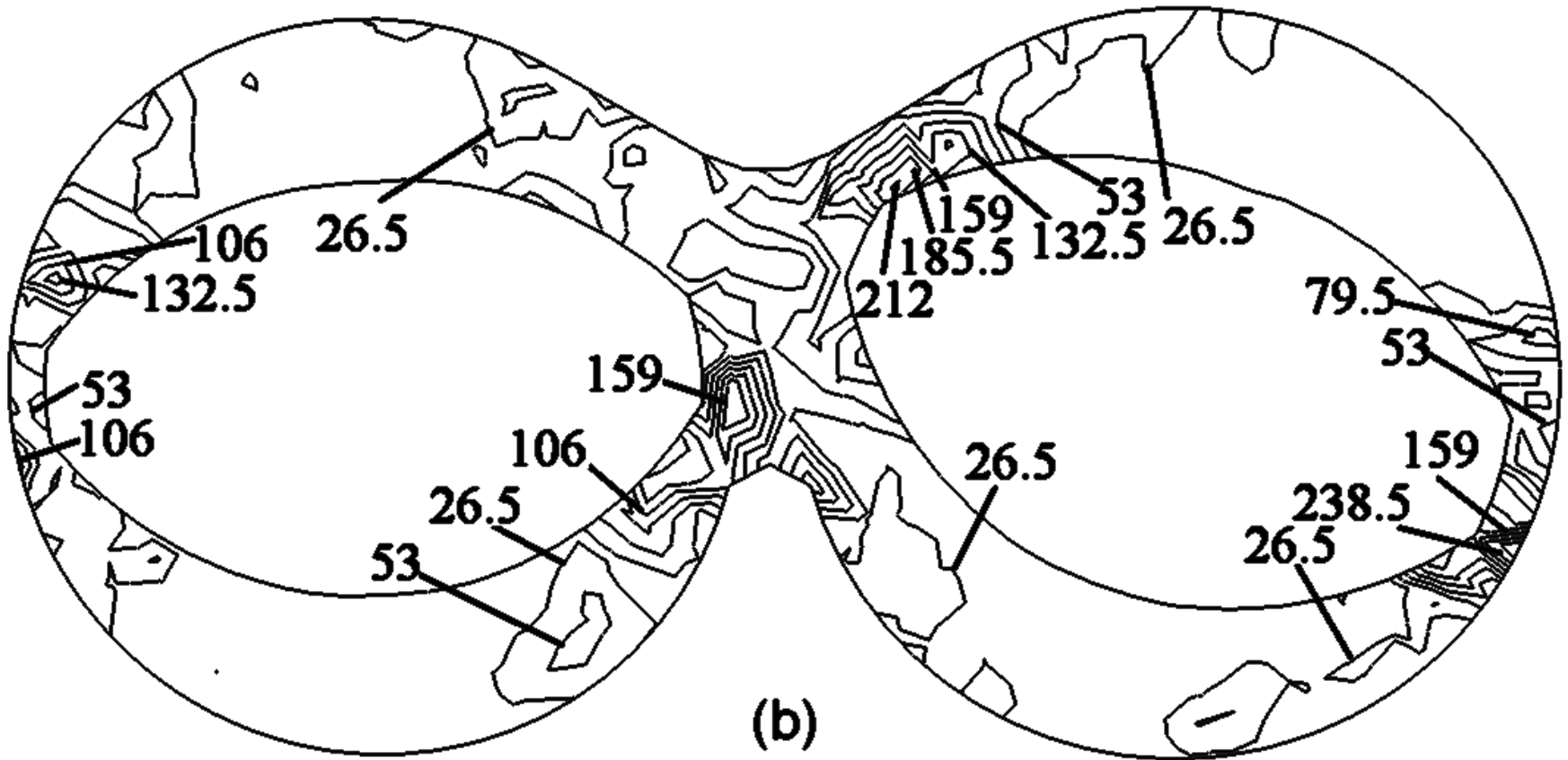
3. 双转子连续混炼机拉伸混合特性



卸料段 混炼段 加料段

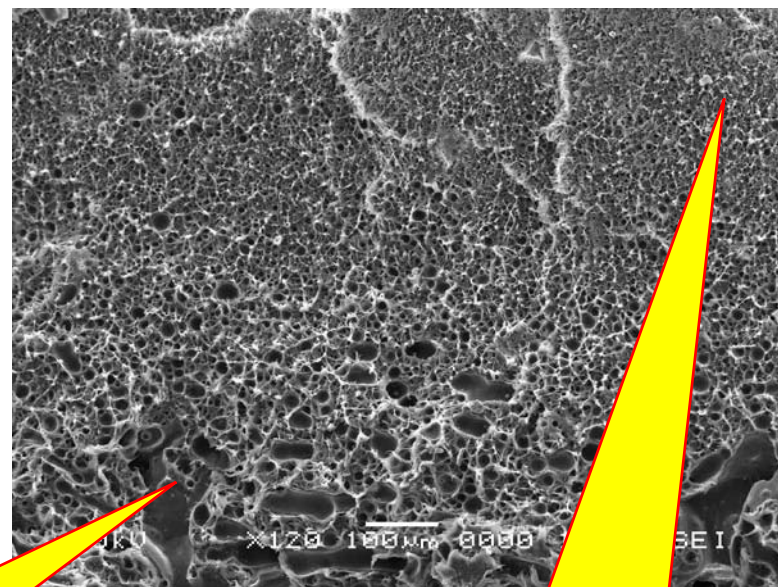
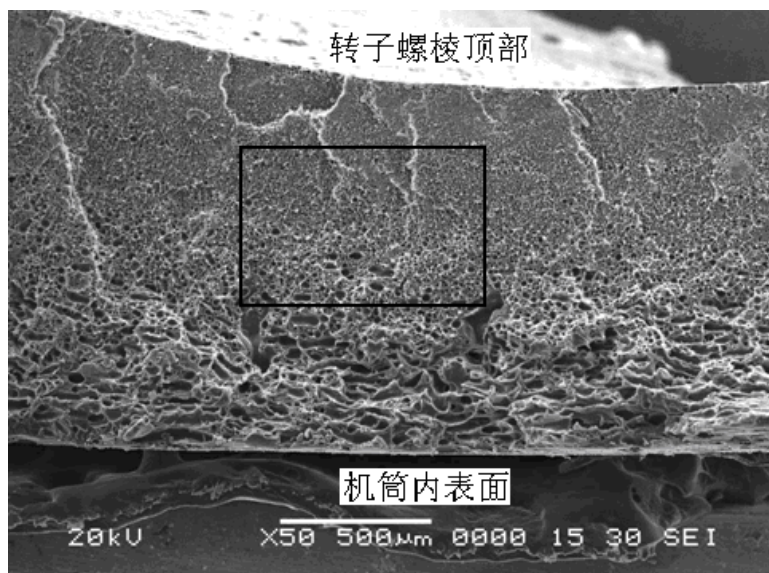
3. 双转子连续混炼机拉伸混合特性

■ 横截面上拉伸速率的分布



3. 双转子连续混炼机拉伸混合特性

■ 螺棱顶部的拉伸与解聚作用

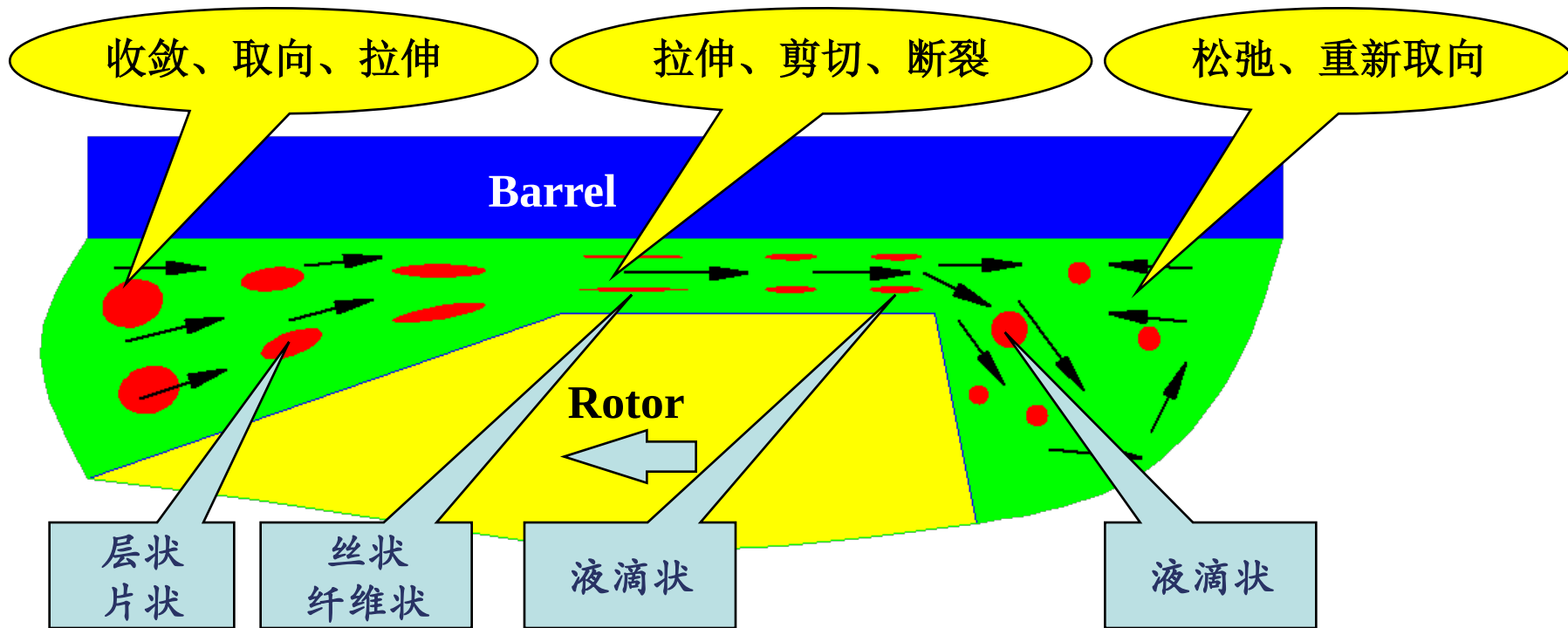


PS相尺寸较大，而且呈长条形，表面物料该处所经历的剪切较弱。

PS相以小圆孔形态出现，表明物料该处所经历的剪切较强。

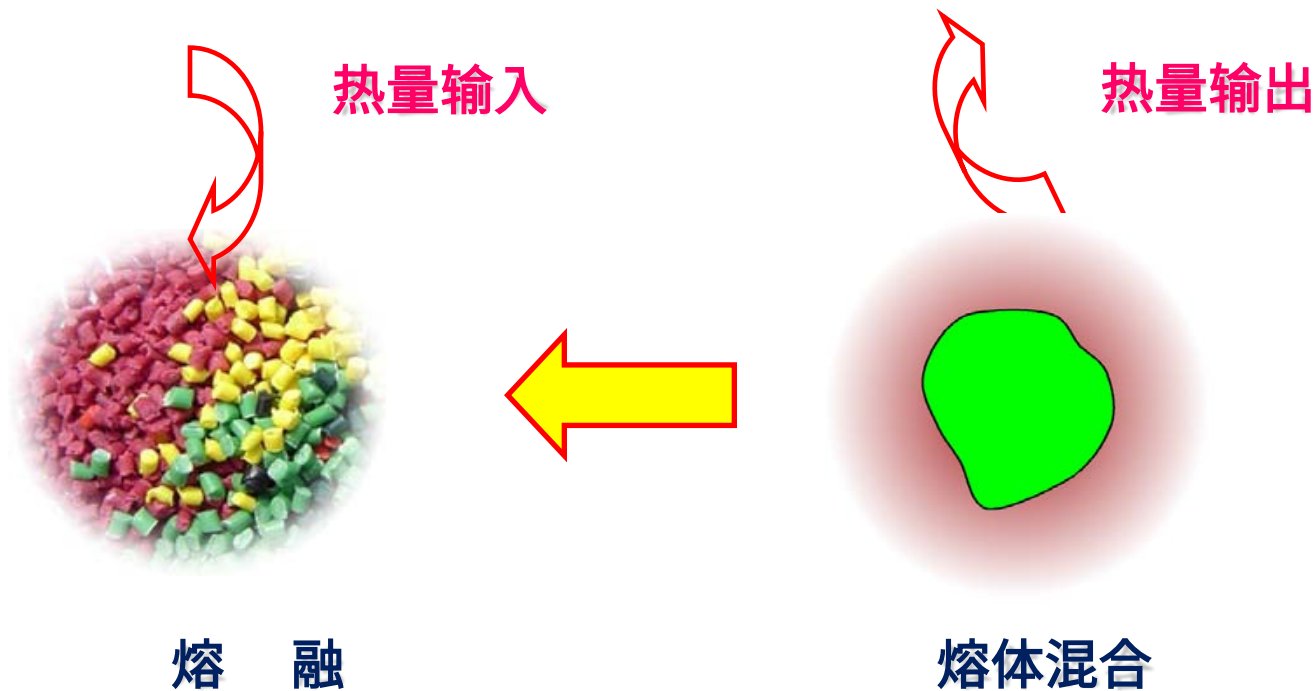
3. 双转子连续混炼机拉伸混合特性

■ 螺棱顶部的拉伸与解聚作用



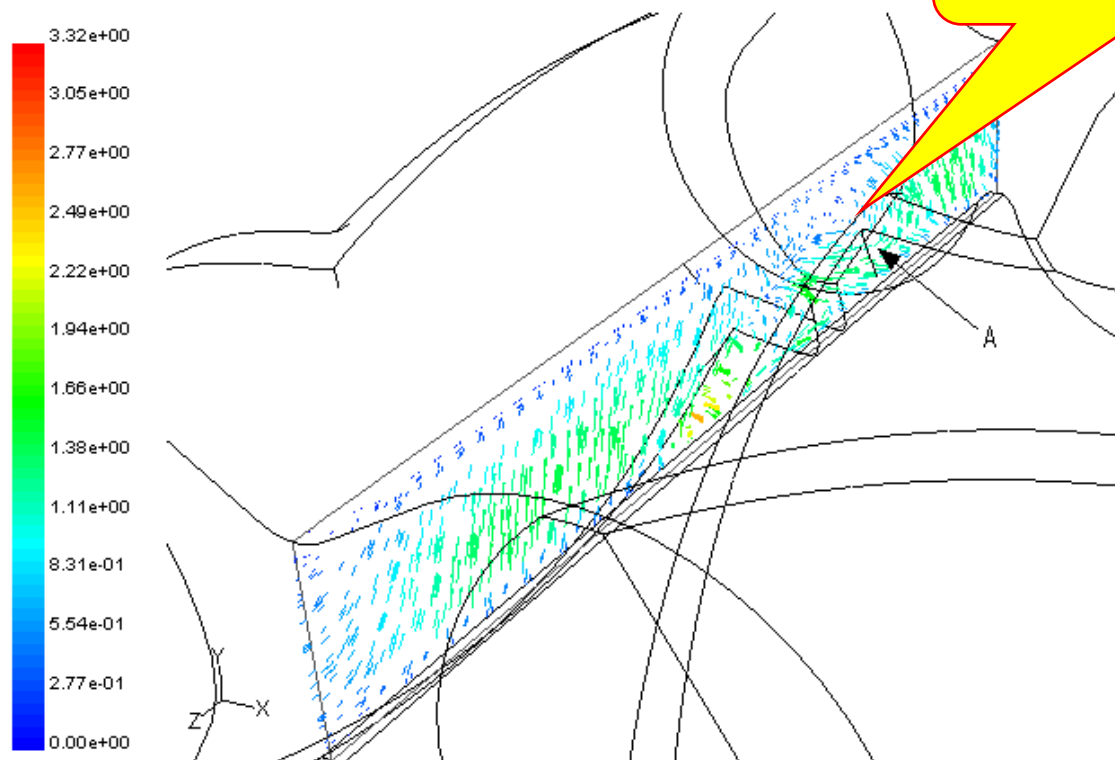
4. 双转子连续混炼机自耦合混合特性

■ 能量自耦合



4. 双转子连续混炼机自耦合混合特性

■ 能量自耦合



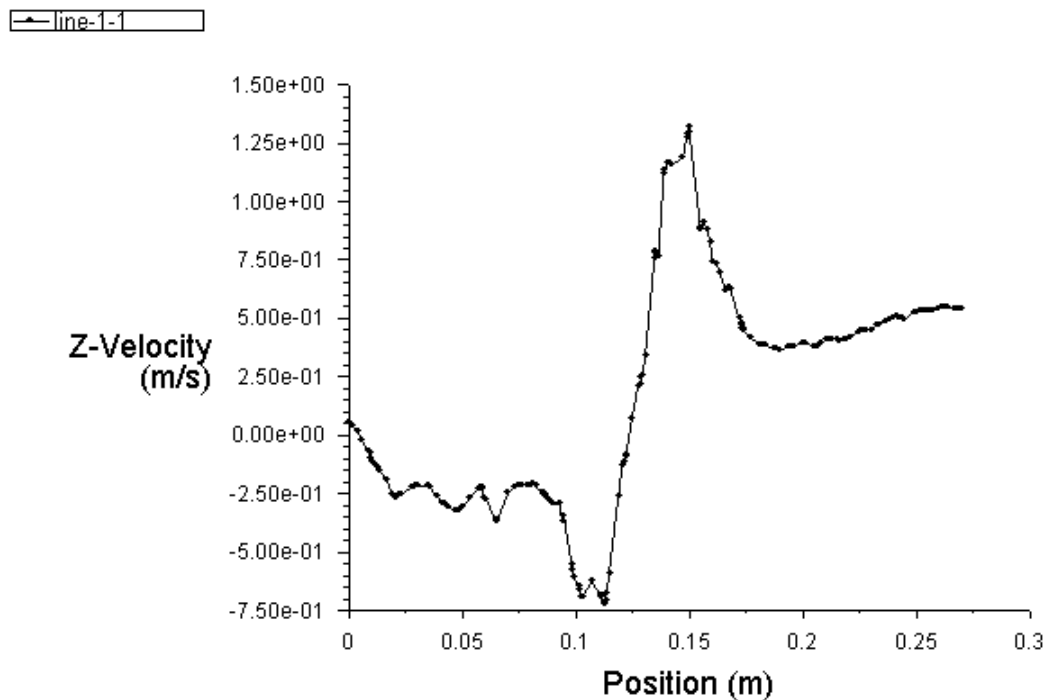
物料的前后轴
向返混作用。

POLYFLOW
velocity Colored By Velocity Magnitude (m/s)

Time Index: 0
Sep 18, 2007
FLUENT/Post 1.2

4. 双转子连续混炼机自耦合混合特性

■ 能量自耦合

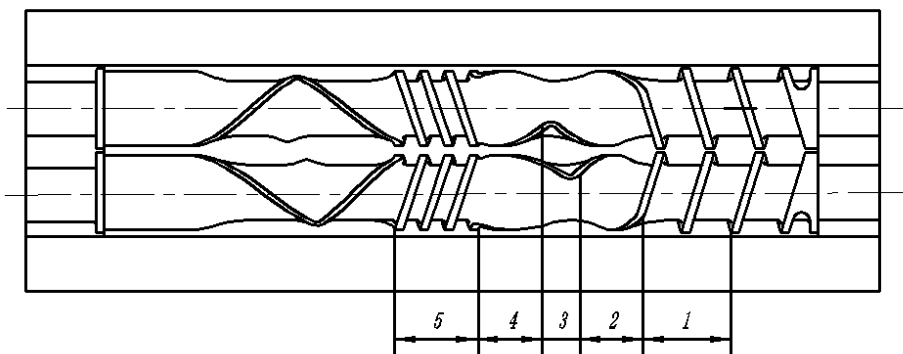


POLYFLOW
Z-Velocity

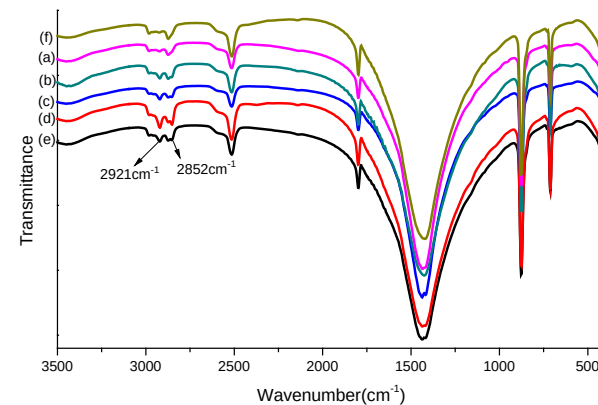
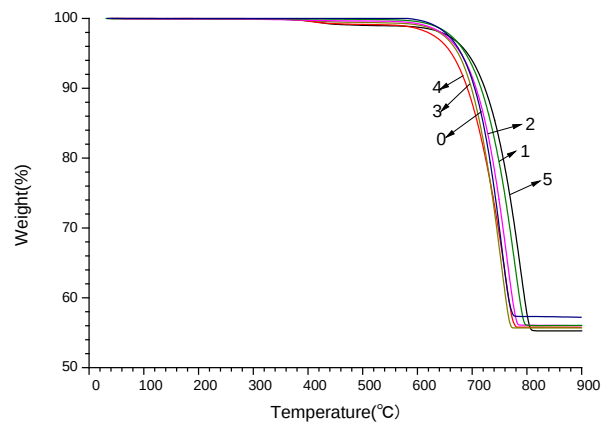
Time Index: 0
Oct 19, 2007
FLUENT/Post 1.2

4. 双转子连续混炼机自耦合混合特性

■ 质量自耦合——自相容

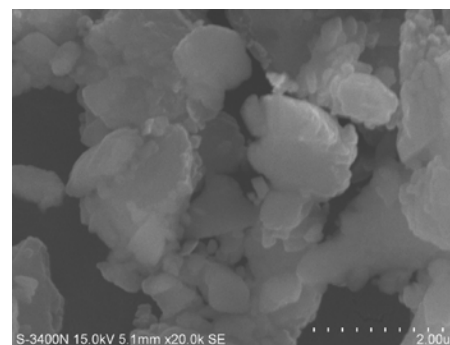
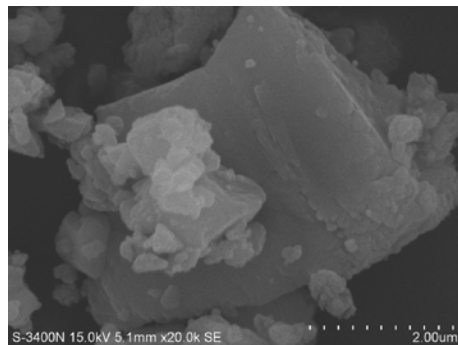
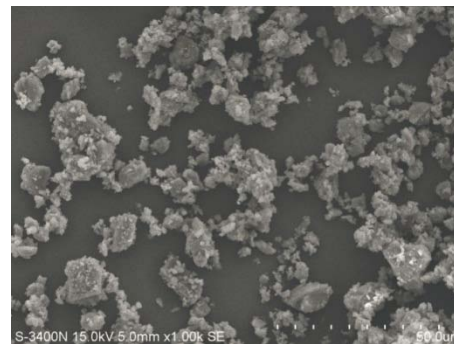
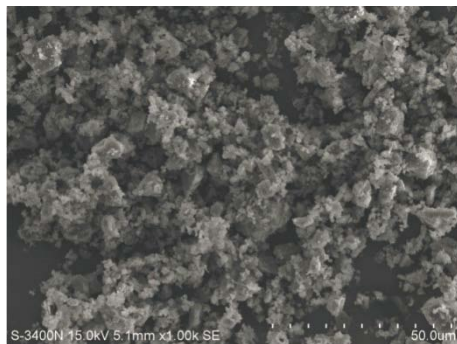


质量比	C%	H%
0	12.04	<0.3
1	12.24	<0.3
2	12.39	<0.3
3	12.57	<0.3
4	12.63	<0.3
5	12.84	<0.3



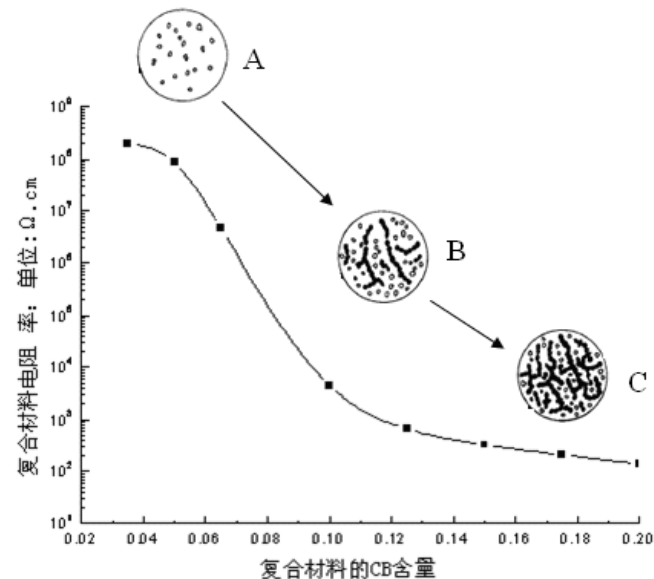
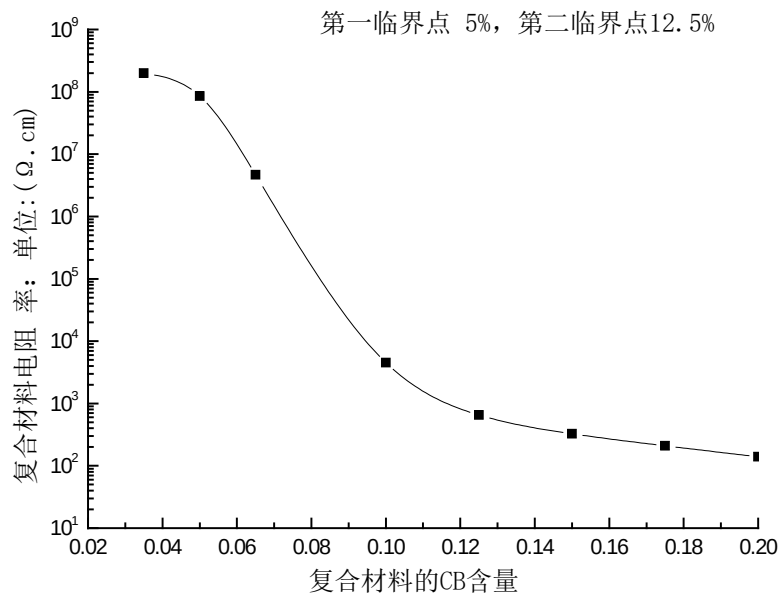
4. 双转子连续混炼机自耦合混合特性

■ 质量自耦合——自相容



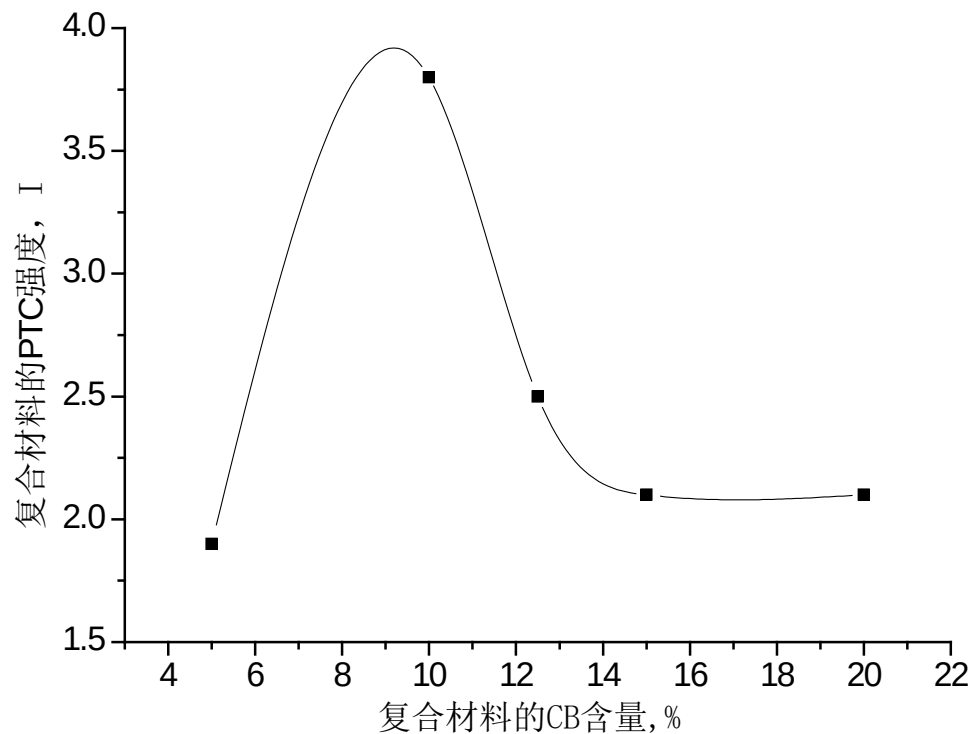
5. 双转子连续混炼机制备PTC复合材料

■ CB含量对复合材料导电特性的影响



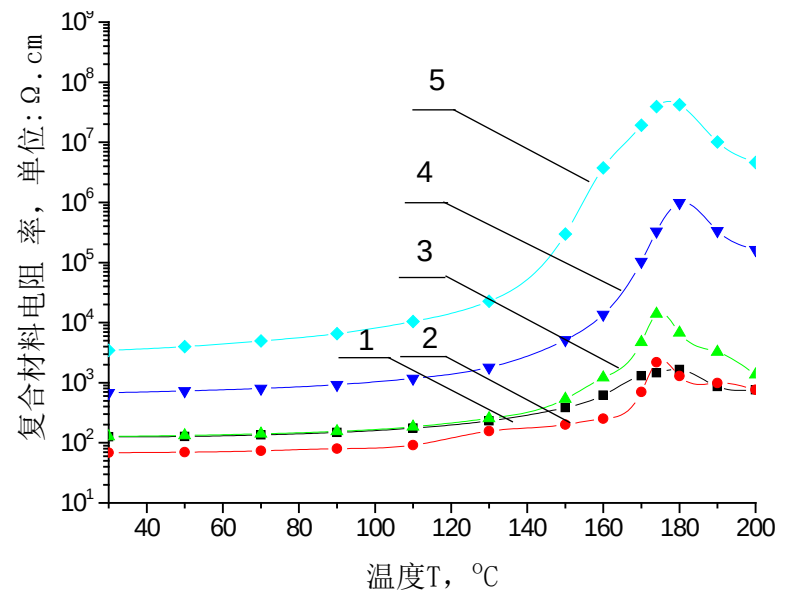
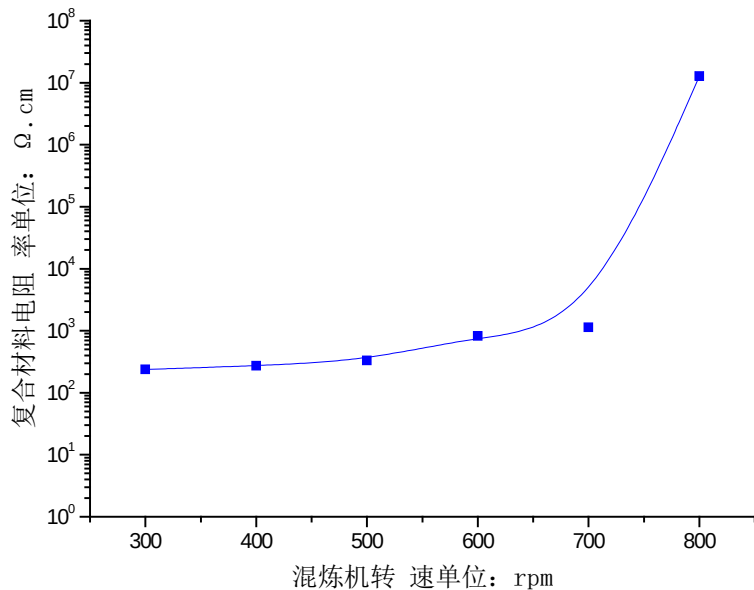
5. 双转子连续混炼机制备PTC复合材料

■ CB含量对PTC强度的影响



5. 双转子连续混炼机制备PTC复合材料

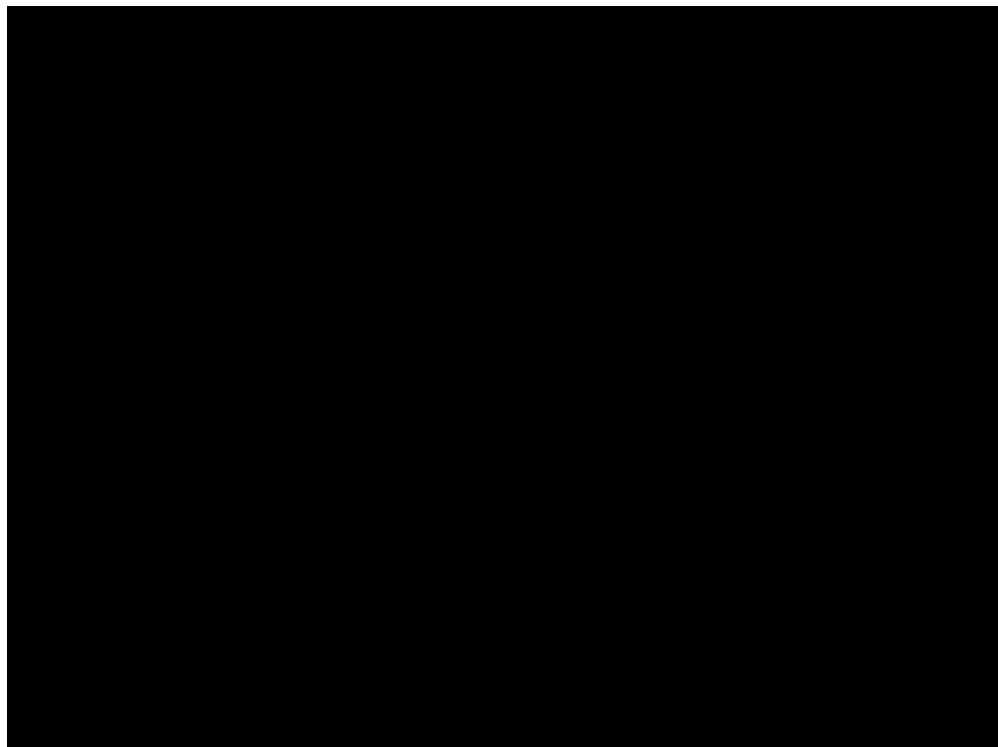
■ 操作参数复合材料导电特性的影响



1—300rpm; 2—400rpm; 3—500rpm;
4—700rpm; 5—800rpm;

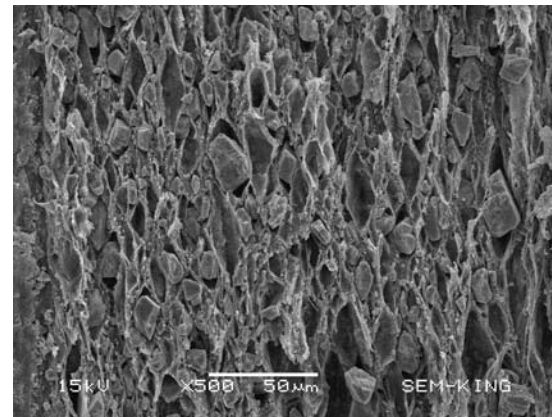


6. 双转子连续混炼机制备复合材料



万吨级电缆屏蔽料生产现场

6. 双转子连续混炼机制备复合材料



石头造纸技术

Thank you
谢谢!

