

**AEROSIL®**

*Invented to improve*

▶ [www.aerosil.com](http://www.aerosil.com)

**degussa.**

**Basic Information of Fumed Silica**  
气相法二氧化硅的基本介绍

**Degussa Pacific Ltd. Shanghai Office**

02.02.2004

Aerosil and Silanes, Technical Service AEROSIL®

**AEROSIL®**  
*Invented to improve*

degussa.

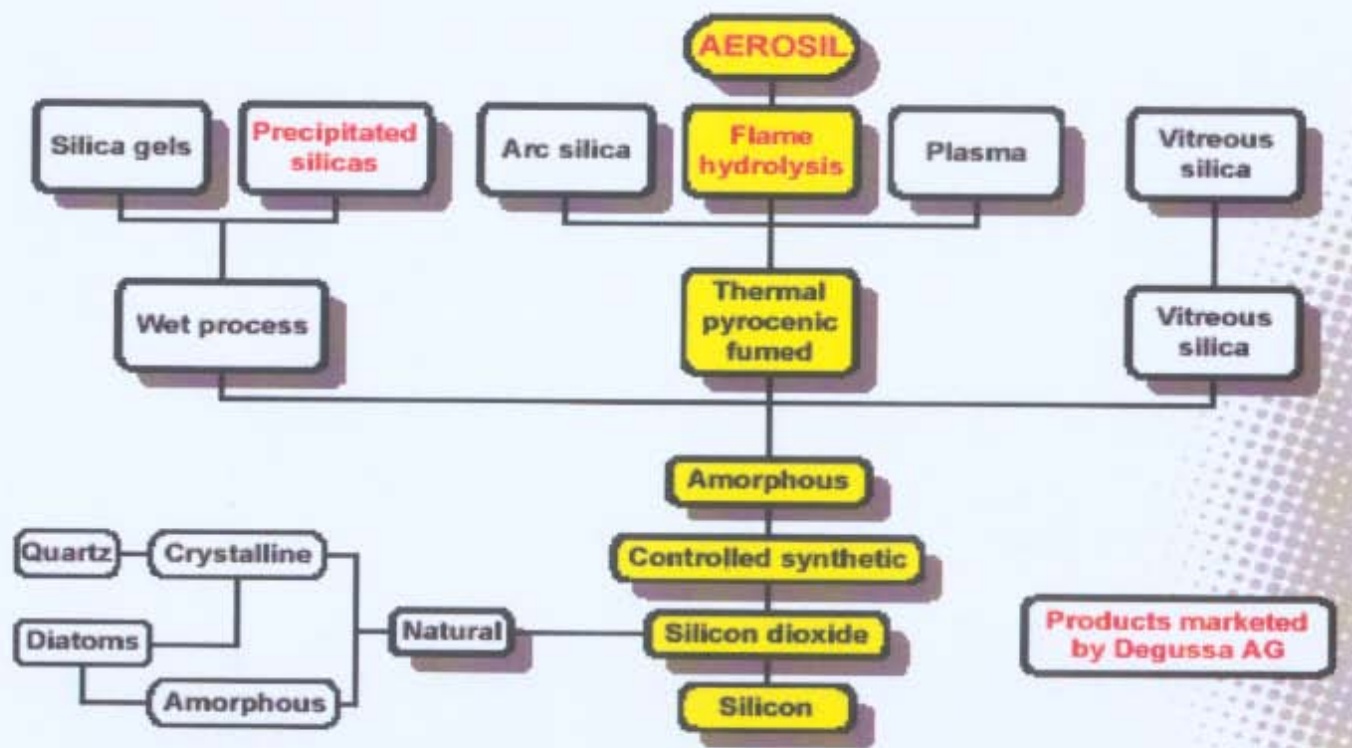
## What is AEROSIL®? AEROSIL®是什么?

- AEROSIL®是degussa. 公司产品的注册商标。
- 带有AEROSIL®商标的产品是一种特殊工艺的合成二氧化硅，它是采用气相法即高温水解下合成的。
- 1941年，Degussa 公司的 H. Kloepper先生设想生产一种“白炭黑”，从而发明了气相法生产气相二氧化硅，并于1942年申请了专利。

# Silica Family Tree

## 二氧化硅产品分类

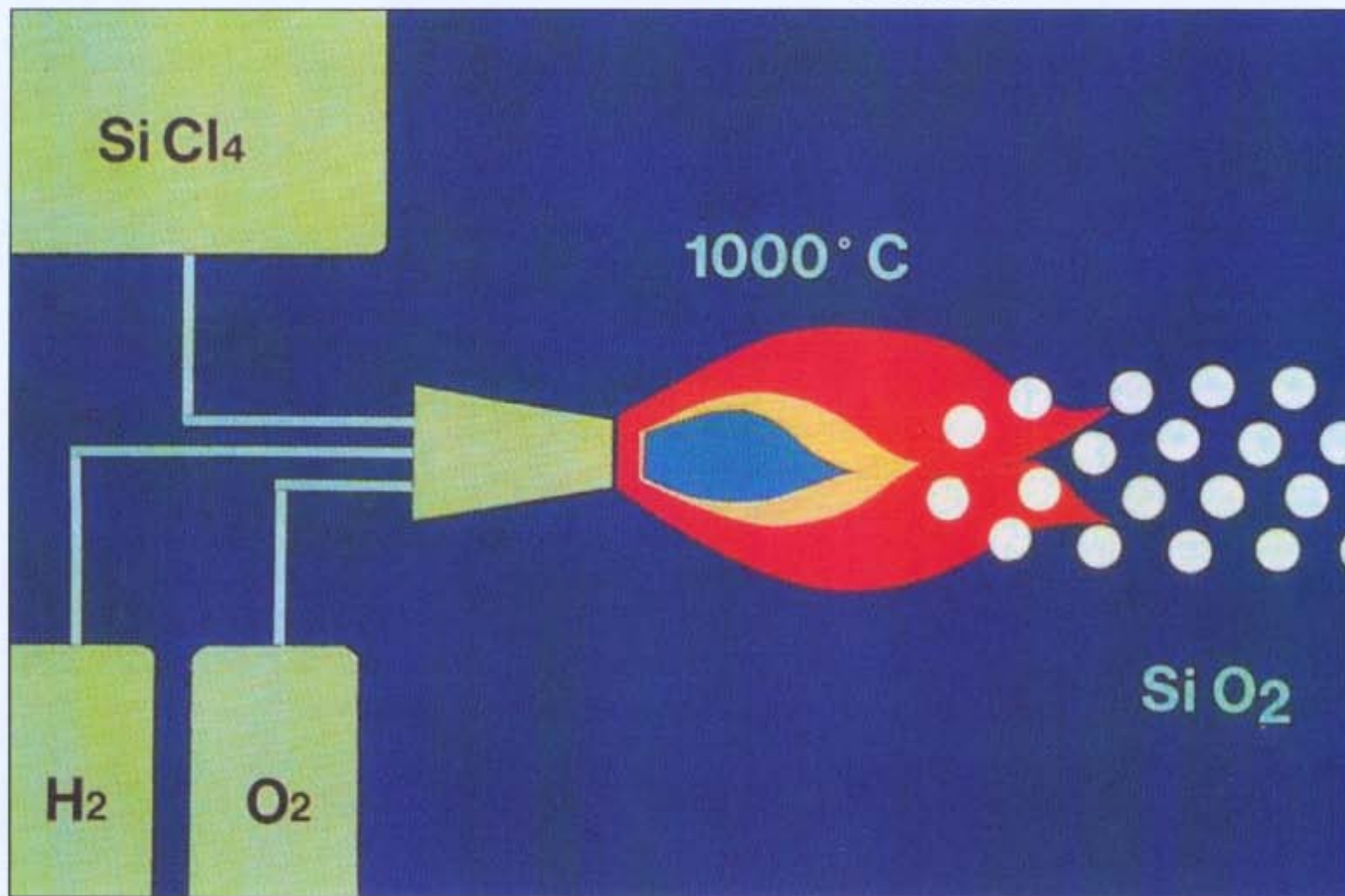
硅是地球上第二大元素，含量仅次于氧。





degussa.

AEROSIL® - flame 火焰法



degussa.

## AEROSIL 气相法二氧化硅的基本特性

外观： 白色蓬松粉末

高度分散： 一般表观密度**50g/l**

原生颗粒的粒径小： **7~40纳米** (1纳米= $10^{-9}$ 米)

比表面积大： **50m<sup>2</sup>/g~ 380m<sup>2</sup>/g**

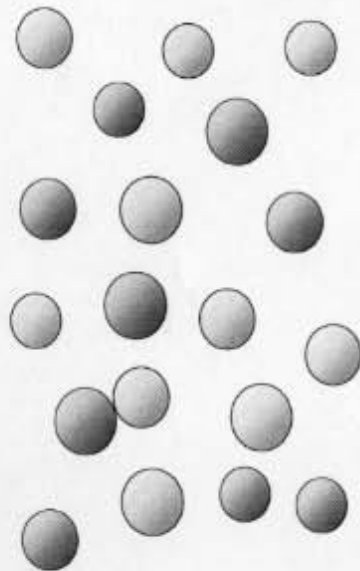
纯度高： **SiO<sub>2</sub>>99.8%**

化学性质： 不溶于水，不与酸反应(除氢氟酸)，但是溶于强碱。

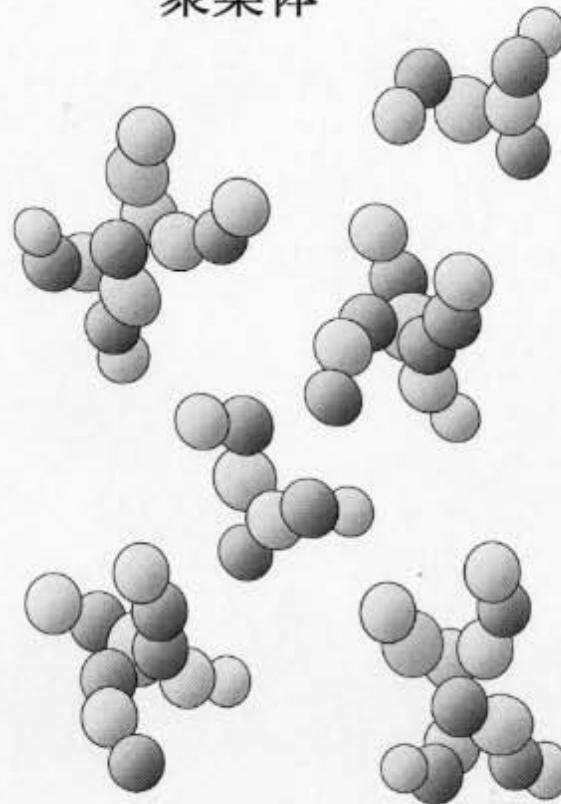
degussa.

## Fumed Silica Particles 气相法二氧化硅的微粒状态

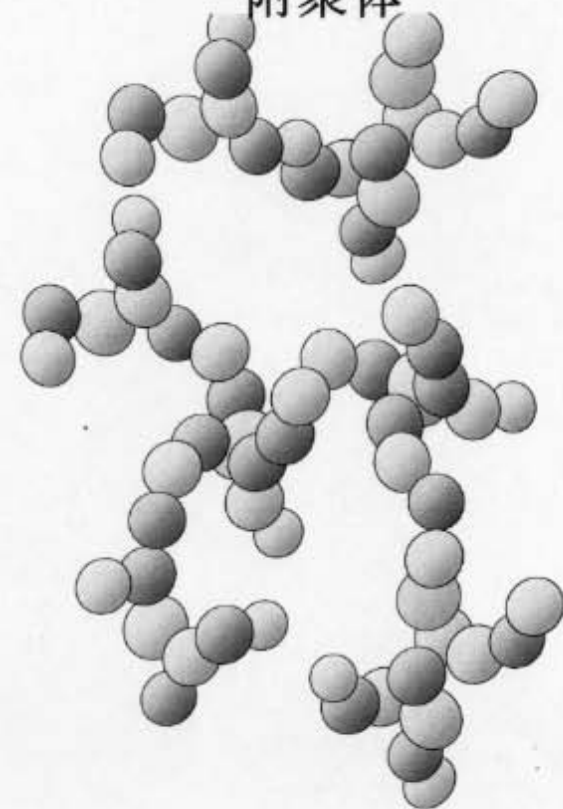
Primary  
Particles  
(idealized)  
原生粒子  
(理想状态)



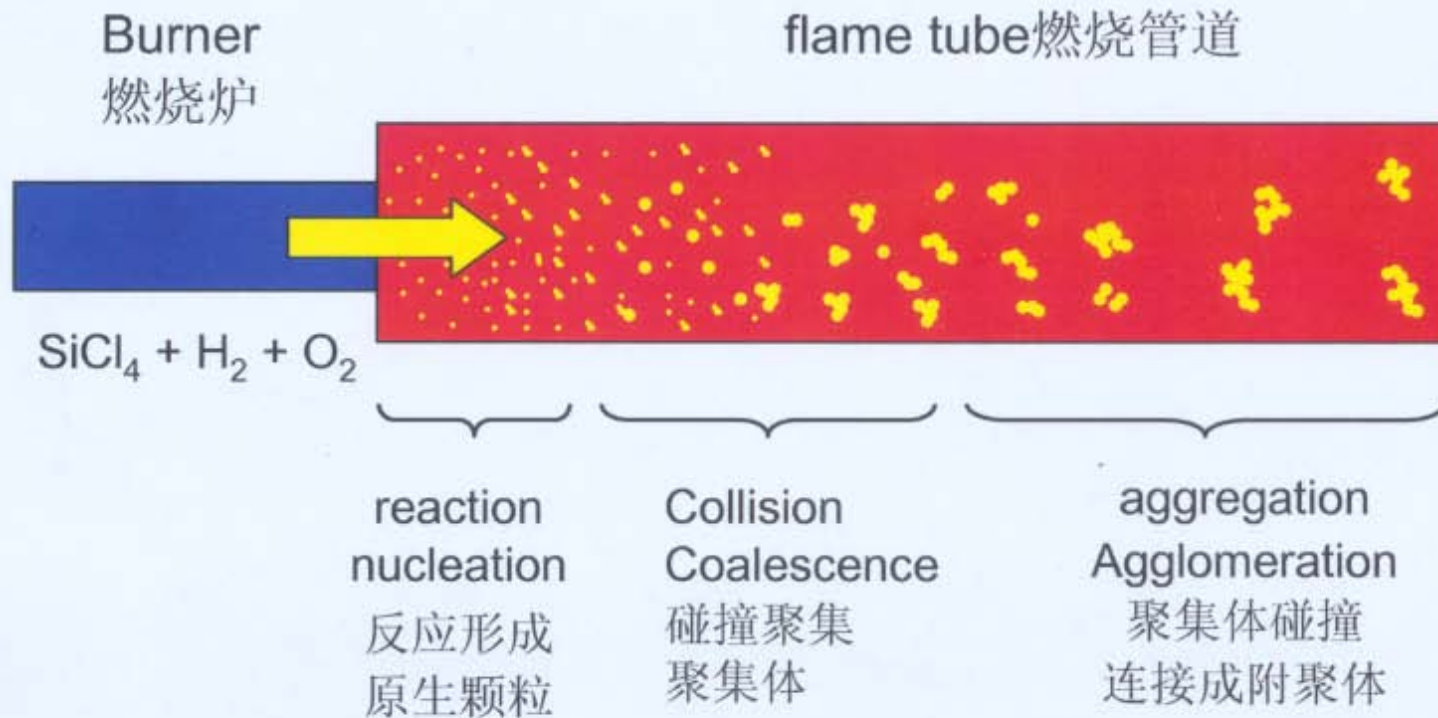
Aggregates  
聚集体



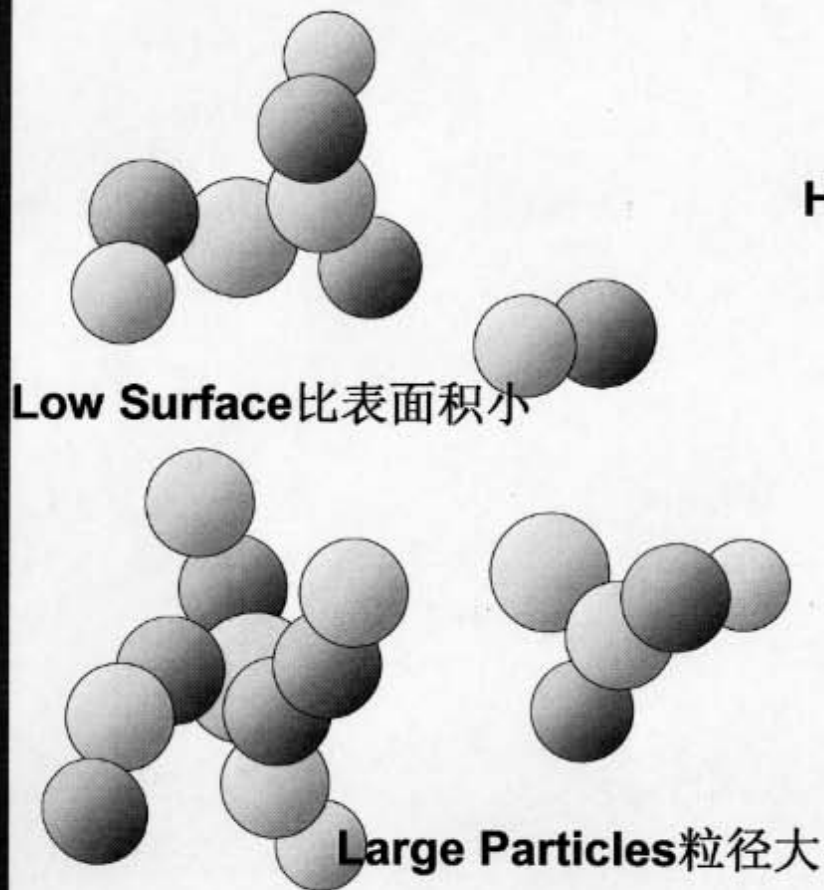
Agglomerated  
aggregates  
附聚体



# AEROSIL® 原生颗粒, 聚集体, 附聚体的形成

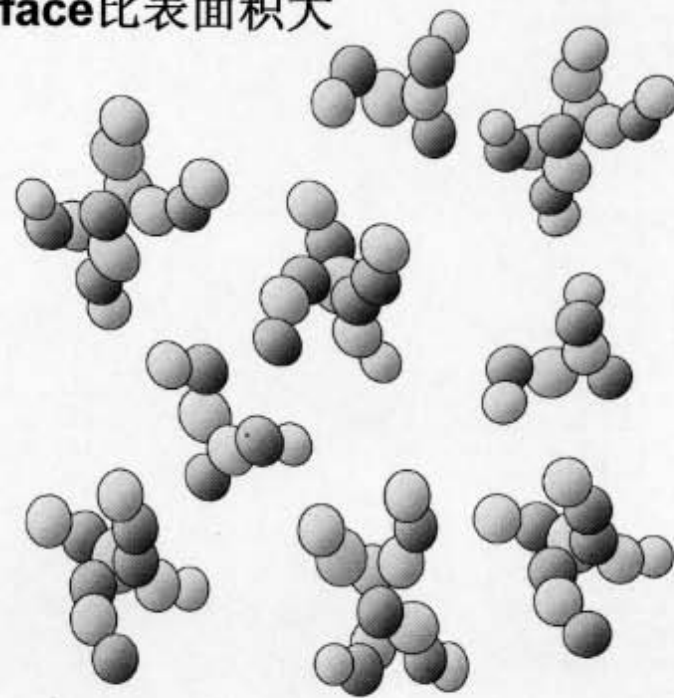


# Surface Area and Particle Size of **degussa.** **AEROSIL® fumed silica** AEROSIL® 气相法二氧化硅的比表面积和粒径



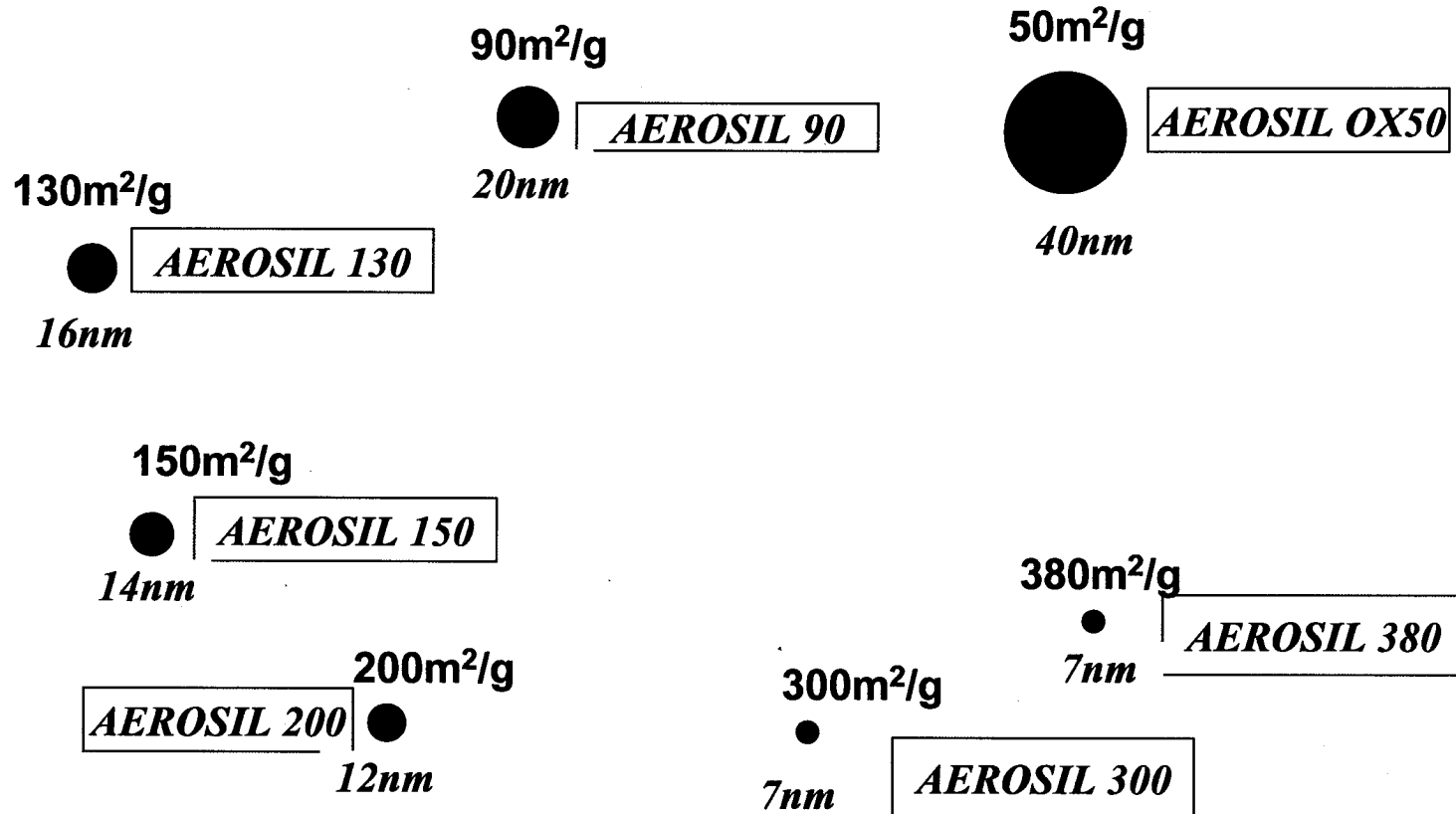
**High Surface** 比表面积大

**Small Particles** 粒径小

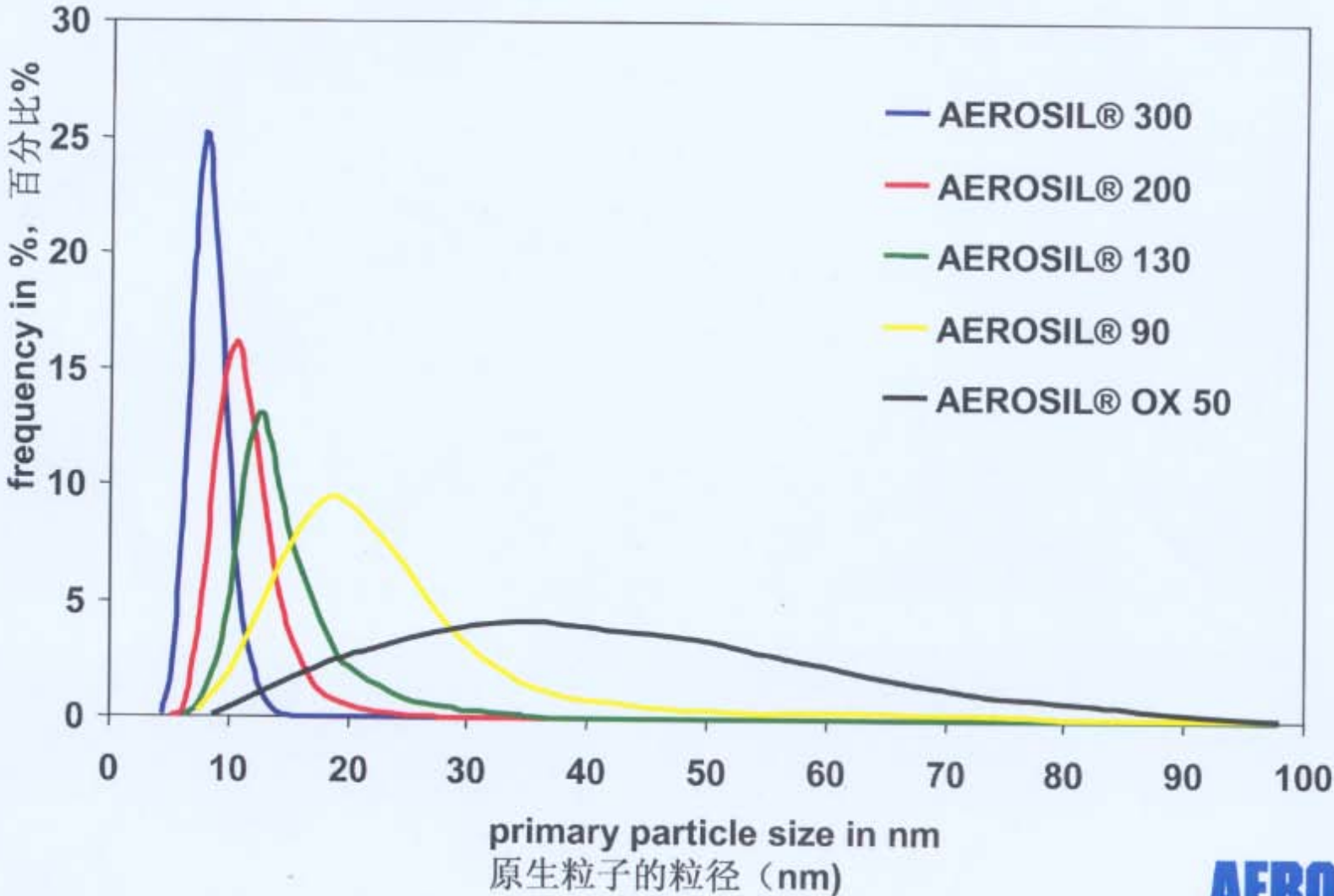


degussa.

## AEROSIL® 粒径和BET比表面积

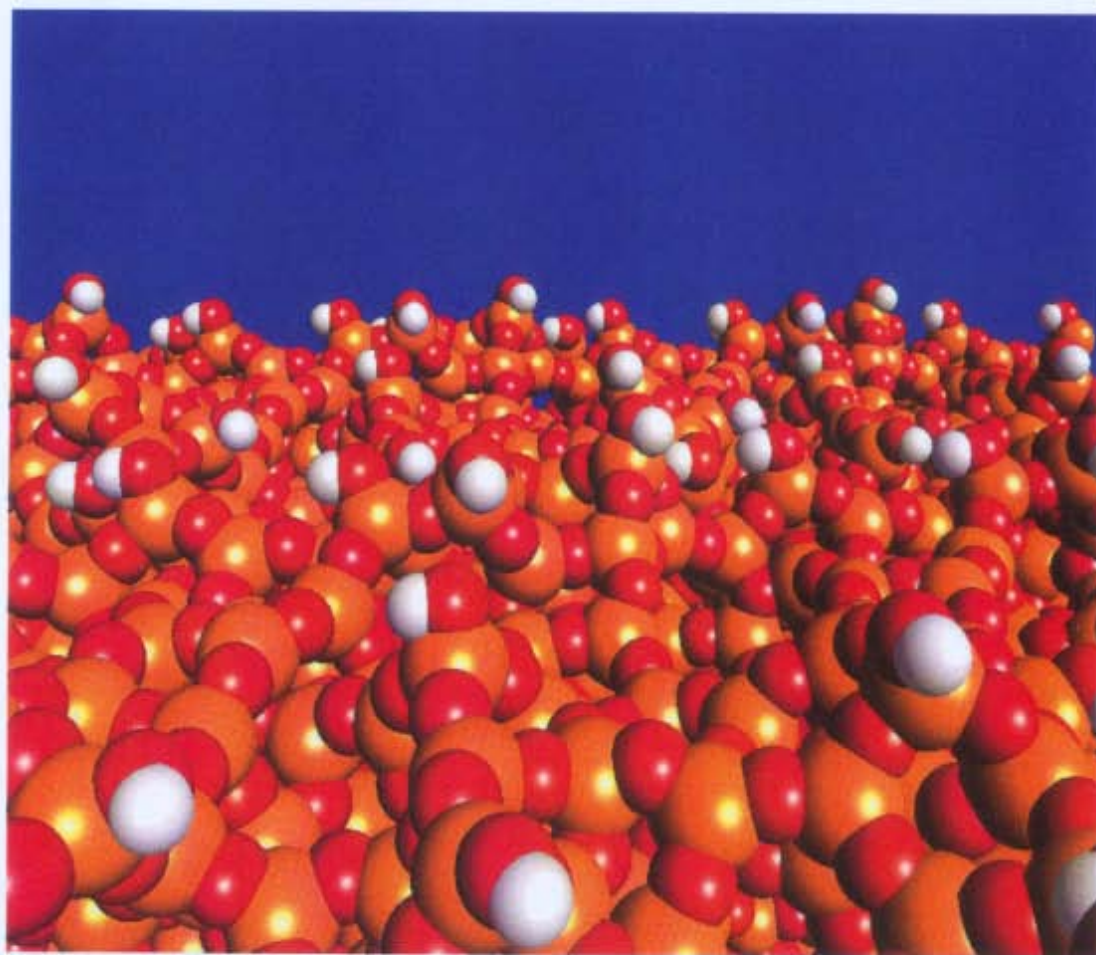


Particle Size Distribution of different hydrophilic AEROSIL® products  
不同亲水性AEROSIL® 产品的粒径分布



Surface of AEROSIL® 200  
AEROSIL® 200的表面状态

degussa.



(molecular modelling; SiOH density 1.7 SiOH/nm<sup>2</sup>)  
(分子的模型; SiOH的分布密度1.7 SiOH/nm<sup>2</sup>)

# Synthetic Silicas - Surface Chemistry

## 合成二氧化硅-表面化学

free silanol group

独立硅烷醇基团



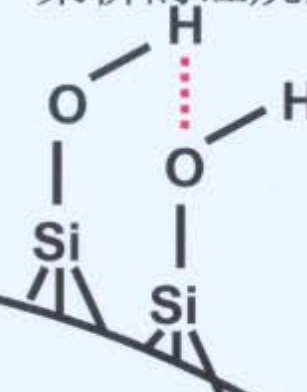
siloxane group

硅氧烷基团



bridged silanol groups

架桥的硅烷醇基团

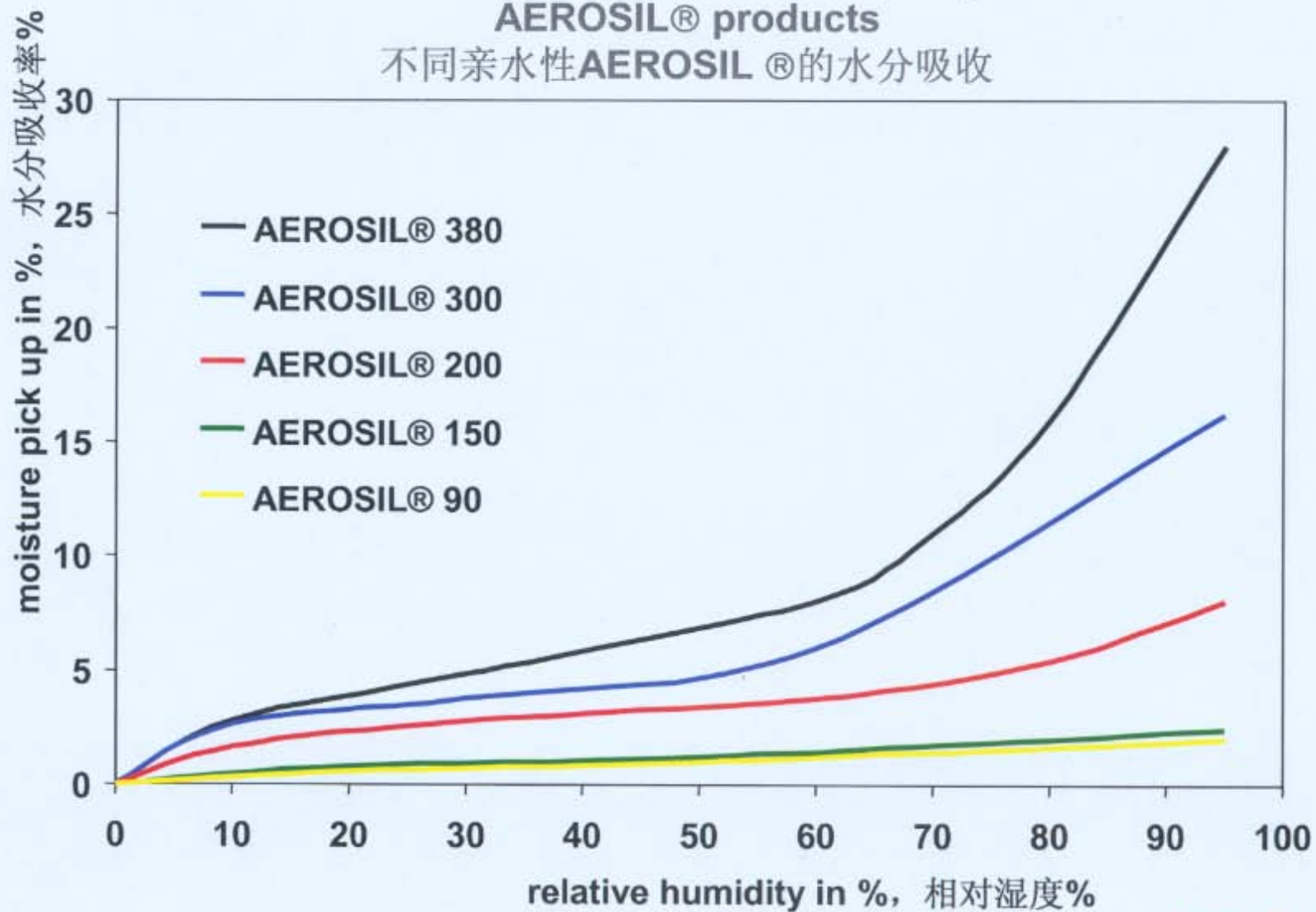


silica - surface

二氧化硅表面

Moisture Pick Up of different hydrophilic  
AEROSIL® products

不同亲水性AEROSIL®的水分吸收



## Physico - chemical data of hydrophilic AEROSIL® products

亲水性AEROSIL®产品的物理化学数据

Properties	AEROSIL®	AEROSIL®	AEROSIL®	AEROSIL®	AEROSIL®	AEROSIL®	AEROSIL®
	90	130	150	200	300	380	OX 50
Treatment of surface	None无 (hydrophilic 亲水性)						
BET surface area m <sup>2</sup> /g	90± 15	130± 25	150± 15	200± 25	300± 30	380± 30	50± 15
Tapped density (approx.) g/l	80	50	50	50	50	50	130
Drying loss (2 h at 105 °C) %	≤ 1.0	≤ 1.5	≤ 1.5 (0.5)*	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 2.0	≤ 1.5
Ignition loss (2 h at 1000 °C)%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 2	≤ 2.5	≤ 1
pH value (4% in water)	3.7- 4.7	3.7- 4.7	3.7 - 4.7	3.7- 4.7	3.7- 4.7	3.7- 4.7	3.7- 4.7
Carbon content %	-	-	-	-	-	-	-
SiO <sub>2</sub> %	≥ 99.8	≥ 99.8	≥ 99.8	≥ 99.8	≥ 99.8	≥ 99.8	≥ 99.8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	≤ 0.003	≤ 0.003	≤ 0.003	≤ 0.003	≤ 0.003	≤ 0.003	≤ 0.01
TiO <sub>2</sub> %	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.03
HCl %	≤ 0.025	≤ 0.025	≤ 0.025	≤ 0.025	≤ 0.025	≤ 0.025	≤ 0.025

\* special moisture protective packaging

# AEROSIL® fumed silica - Treatment Process **degussa.**

AEROSIL® 气相法二氧化硅-表面处理工艺

**Silicon tetrachloride**

flame  
(>1000°C)



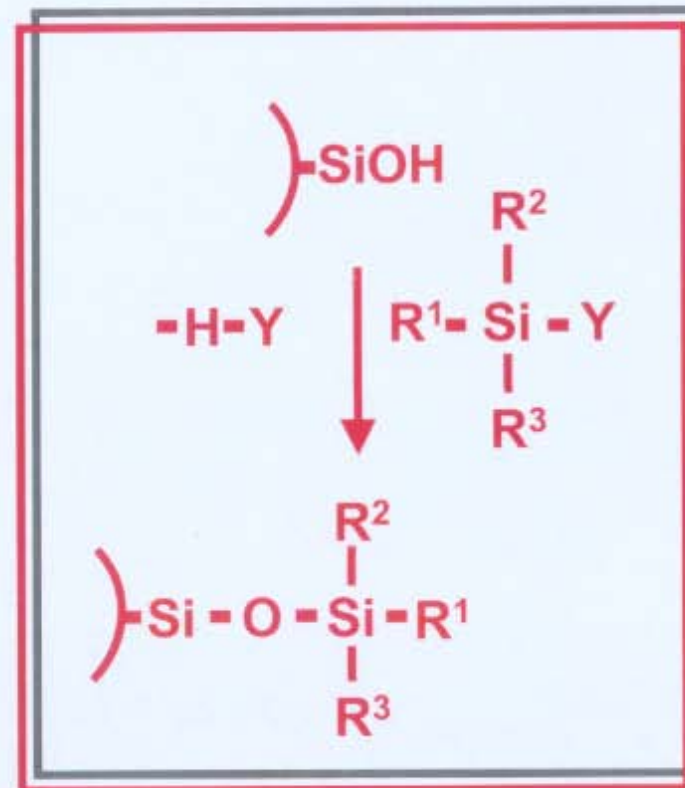
**Hydrogen + Oxygen**

**AEROSIL® + hydrochloric acid**



**Silane** 硅烷  
(aftertreatment)  
后处理

**hydrophobic AEROSIL® products**  
疏水性 AEROSIL® 产品



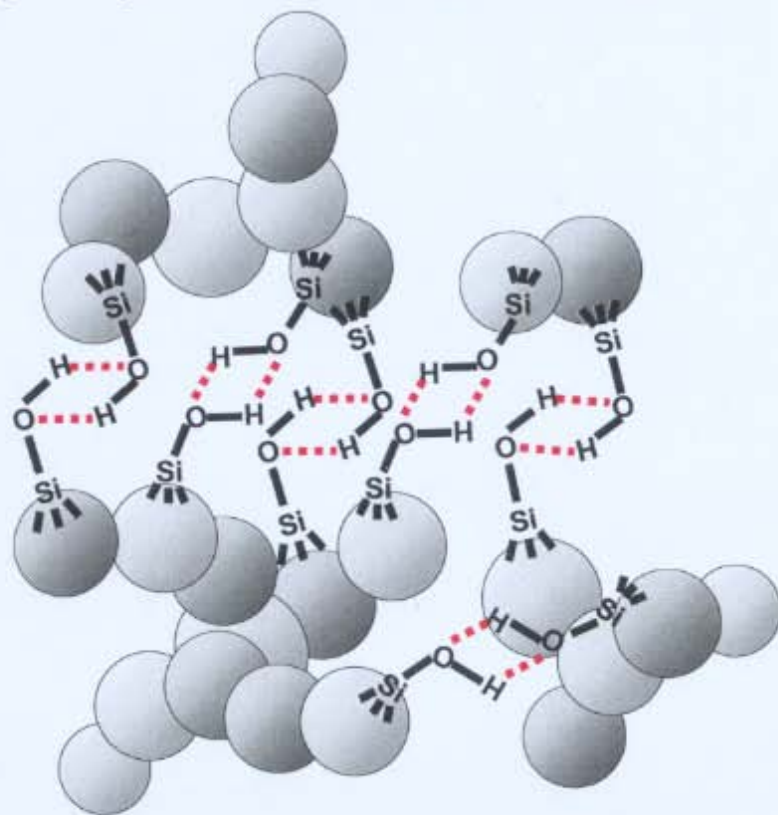
degussa.

Surface Activity and Treatment of AEROSIL® fumed silica

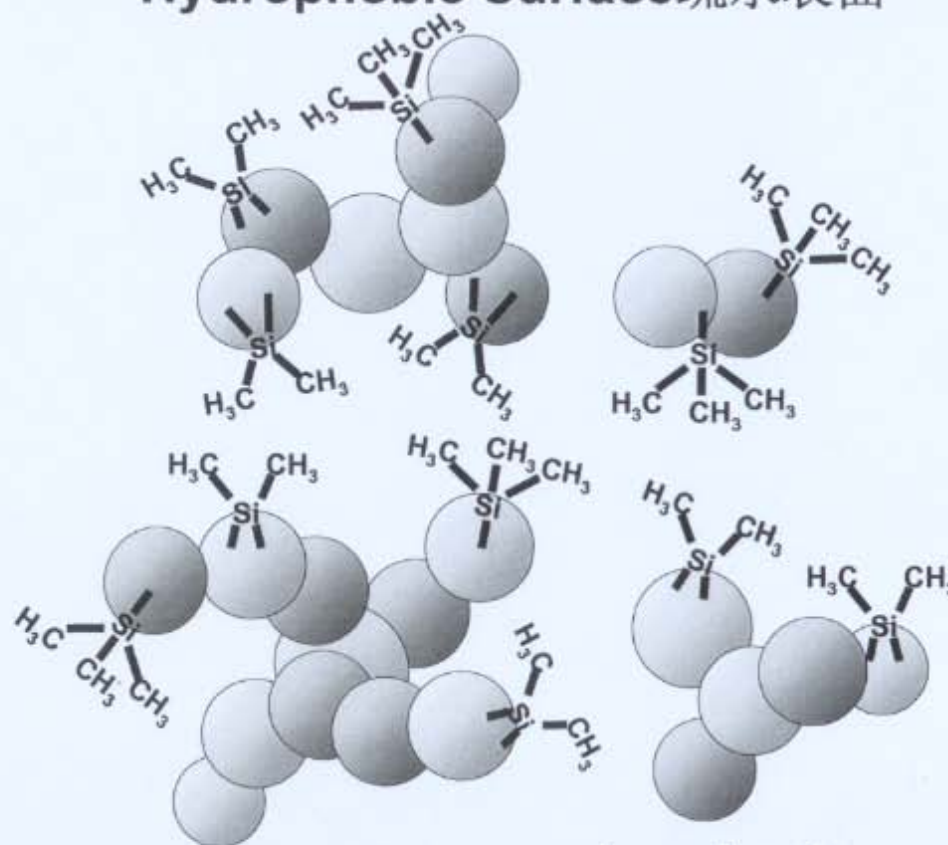
AEROSIL® 二氧化硅的表面处理和活性

Hydrophilic Surface 亲水表面

Hydrophobic Surface 疏水表面



High Interaction 相互作用强



Low Interaction 相互作用低

## Hydrophilic and hydrophobic AEROSIL 亲水性和疏水性气相法二氧化硅

亲水性气相法二氧化硅:

表面未处理的**AEROSIL**®，颗粒表面存在硅氧烷和硅烷醇基团，亲水性产品

如：**AEROSIL**® 200,300

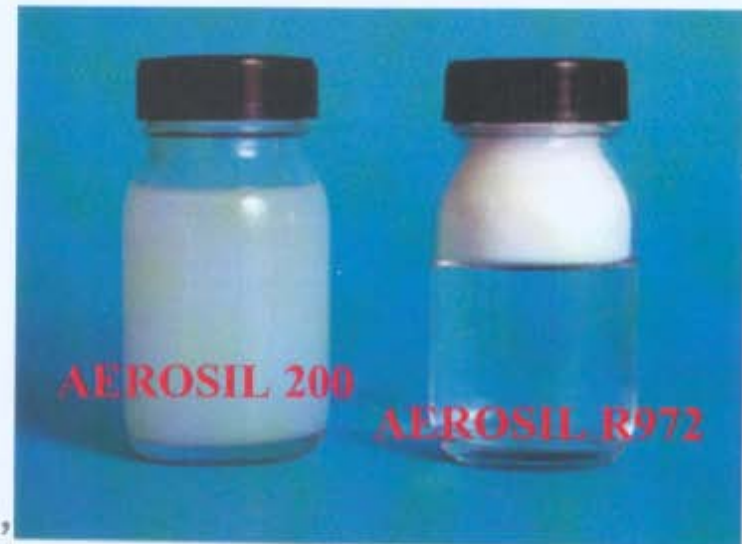
其中“200或300”表示是产品的比表面积

疏水性气相法二氧化硅:

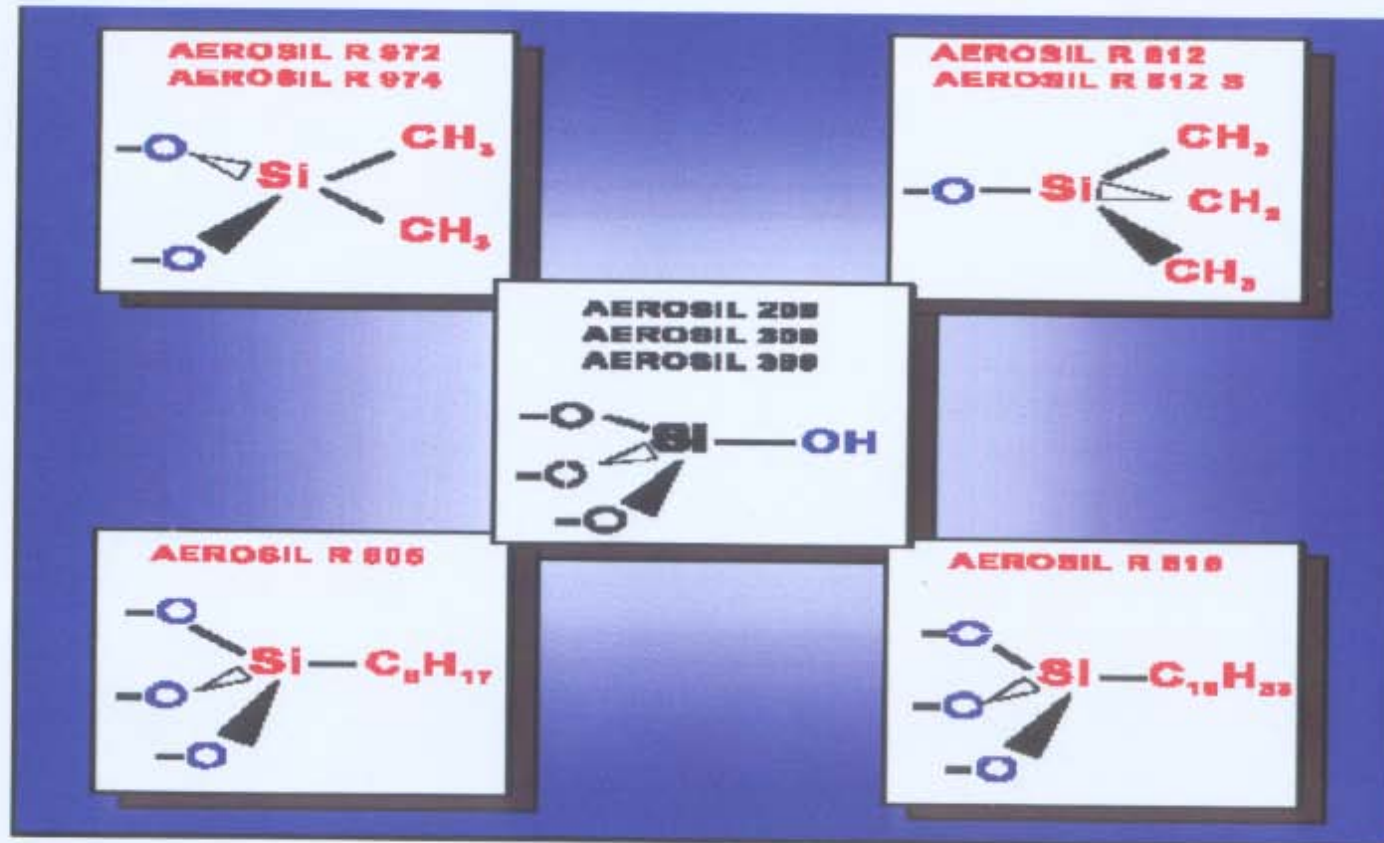
表面处理的**AEROSIL**®，硅烷醇基团和硅烷，硅氮烷反应，发生化学改性，疏水性产品。

如：**AEROSIL**® R972,R812S

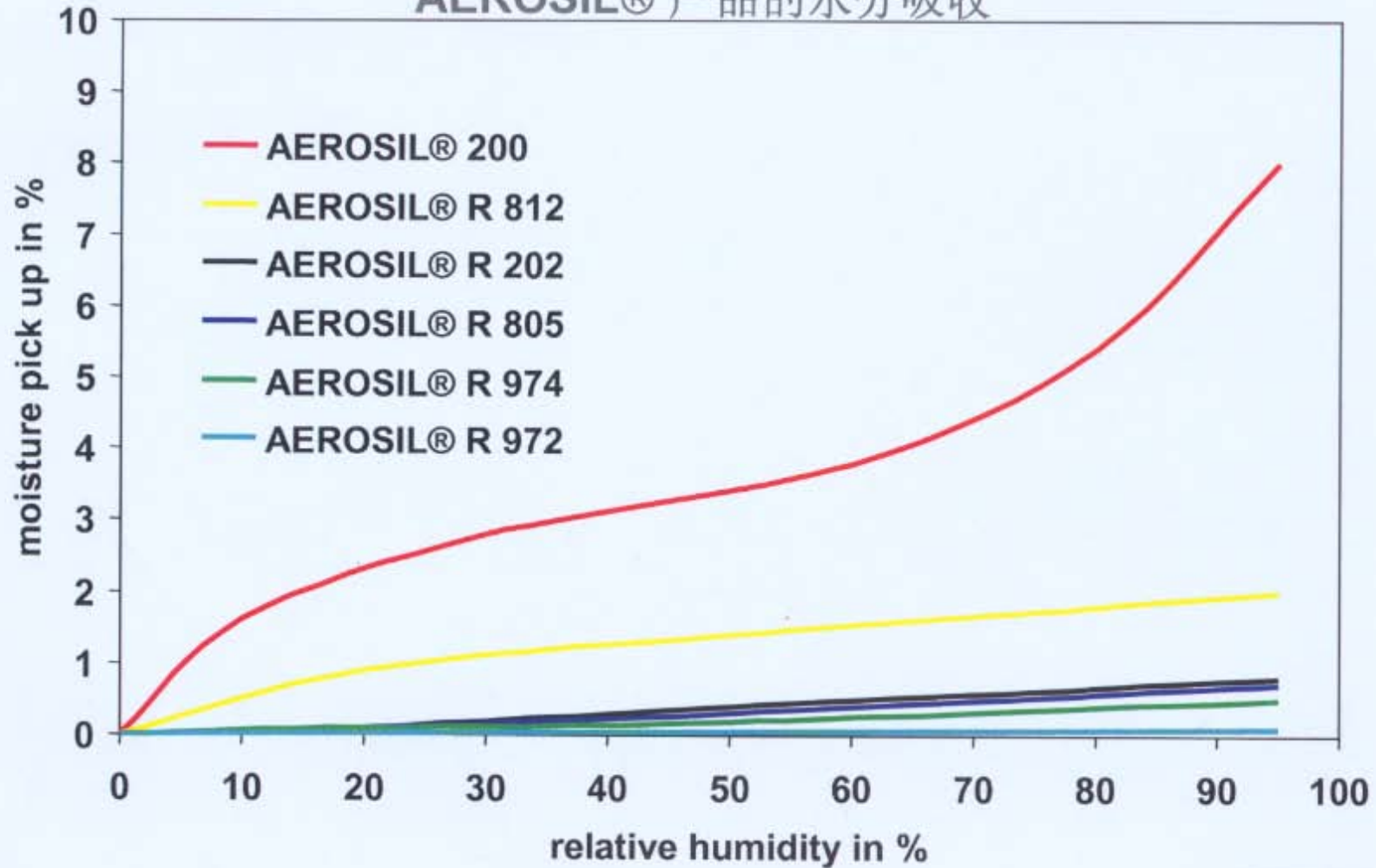
其中：“R”代表表面进行了后处理反应



部分AEROSIL® 气相法二氧化硅的表面结构



Moisture Pick Up of hydrophobic AEROSIL® grades 疏水性  
AEROSIL® 产品的水分吸收



Physico - chemical Datas of hydrophobic  
AEROSIL®-products

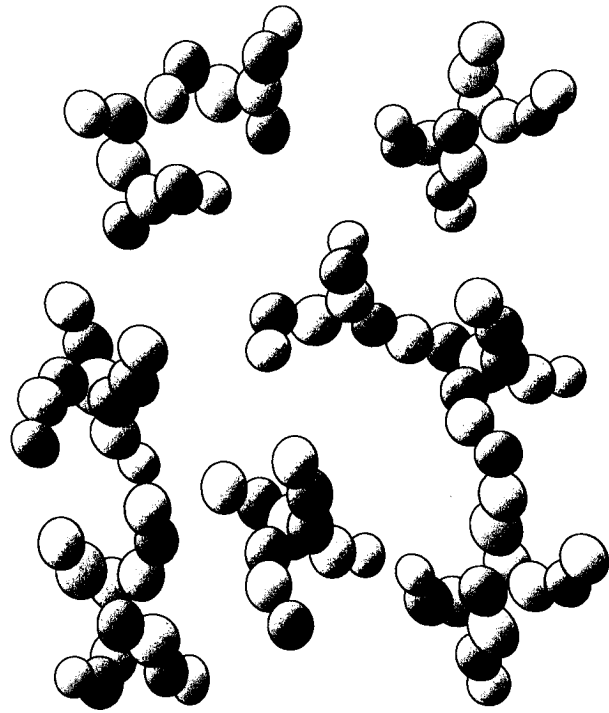
疏水性AEROSIL®-产品的物理化学数据

properties	AEROSIL R972	AEROSIL R974	AEROSIL R805	AEROSIL R104	AEROSIL R106	AEROSIL R812	AEROSIL R812S	AEROSIL R816	AEROSIL R202
Treatment of surface	Dimethyl- dichlorsilaneDDS		Octyl- trimetho xy-silane	Octamethyl- cyclotetra- siloxan(D4)		Hexamethyl- disilazane (HMDS)		Hexadecyl - trimethox y-silane	Silicone oil
Original type silica	AEROSIL 130	AEROSIL 200	AEROSIL 200	AEROSIL 200	AEROSIL 300	AEROSIL 300	AEROSIL 300	AEROSIL 200	AEROSIL 150
BET surface area (m <sup>2</sup> /g)	110	170	150	150	250	260	220	190	100
Drying on loss,wt% (105°C, 2hours)	<=0.5	<=0.5	<=0.5			<=0.5	<=0.5	<=1.0	<=0.5
Ignition loss,wt% (1000°C, 2hours)	<=2	<=2	5-7	-	-	1.0-2.5	1.5-3.0	2.0-4.0	4
C-content, wt%	0.6-1.2	0.7-1.3	4.5-6.5	1.0-2.0	1.5-3.0	2.0-3.0	3.0-4.0	1.2-2.2	3.5-5.0

Structure Modification of AEROSIL® fumed silica  
AEROSIL® 气相法二氧化硅的结构改性

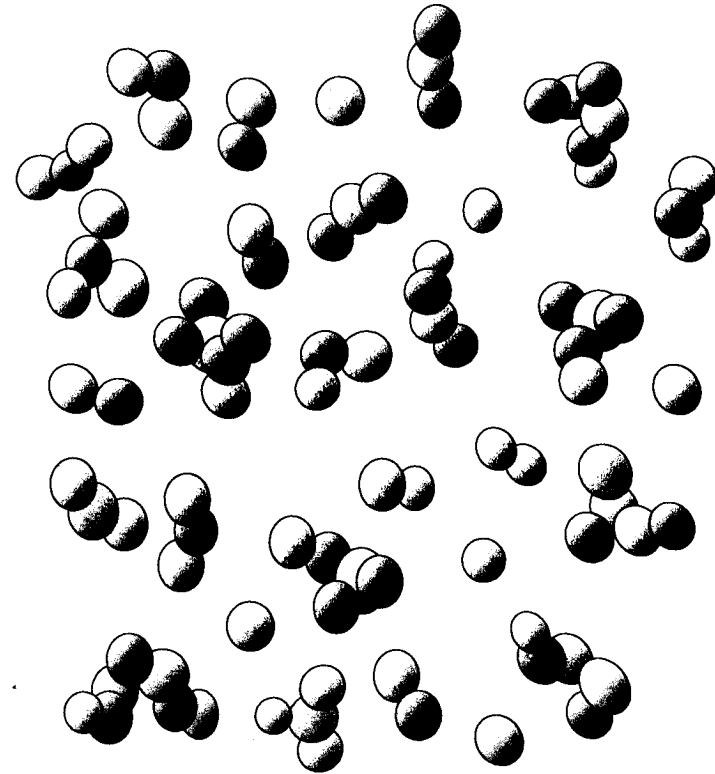
degussa.

高结构度



agglomerated  
aggregates

低结构度

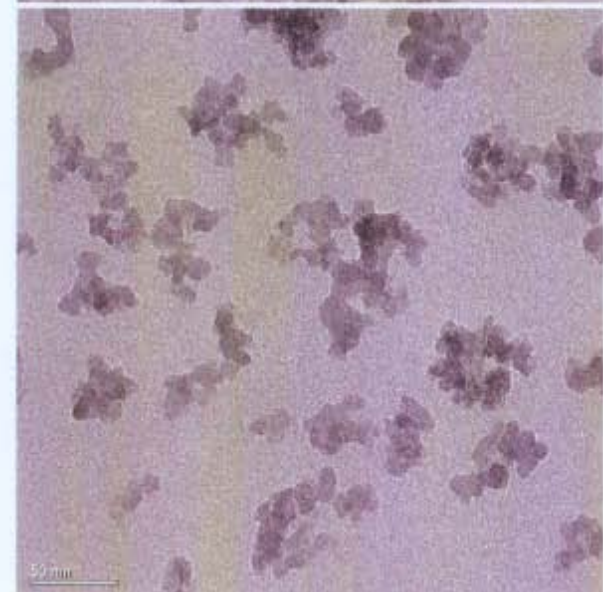
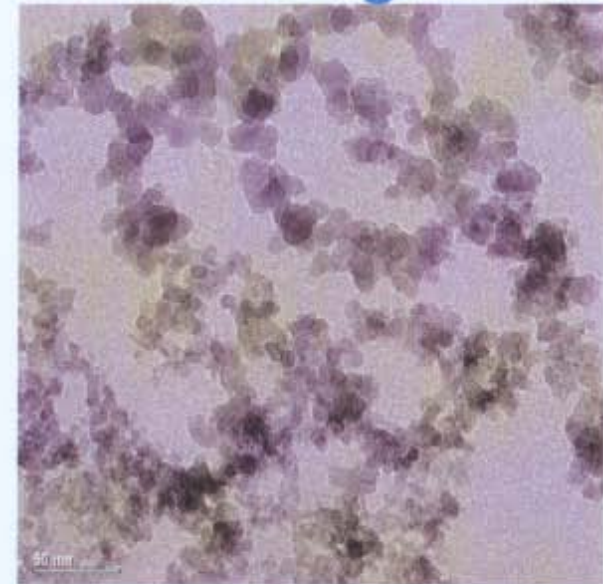


primary particles  
and aggregates

degussa.

## 结构改性的AEROSIL® 产品

properties	AEROSIL R7200	AEROSIL R8200
Treatment of surface	Methacryl silane	Hexamethyldisilazan
Original type silica	AEROSIL 200, AEROSIL R711	AEROSIL 200
BET surface area (m <sup>2</sup> /g)	150	160
Drying on loss,wt% (105°C,2hours)	<=0.5	<=0.5
Ignition loss,wt% (1000°C,2hours)	-	<=2
C-content,wt%	4.5-6.5	2.0-4.0
tamped density,g/l	230	140





**Physico - chemical data of AEROXIDE® products**  
**AEROXIDE® 产品的物理化学数据**

<b>Properties</b>	<b>AEROXIDE Alu C</b>	<b>AEROXIDE TiO<sub>2</sub> P25</b>	<b>AEROXIDE TiO<sub>2</sub> PF2</b>
<b>BET surface area (m<sup>2</sup>/g)</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>57</b>
<b>Drying on loss,wt% (105°C,2hours)</b>	<b>&lt;=5</b>	<b>&lt;=1.5</b>	<b>&lt;=2</b>
<b>Ignition loss,wt% (1000°C,2hours)</b>	<b>&lt;=3</b>	<b>&lt;=2</b>	<b>&lt;=3</b>
<b>Tapped density, g/l</b>	<b>50</b>	<b>130</b>	<b>80</b>
<b>pH value</b>	<b>4.5~5.5</b>	<b>3.5~4.5</b>	<b>3.5~4.5</b>

## AEROSIL 作为液体的增稠剂和触变剂

非极性体系:

不同颗粒表面的硅醇基团形成氢键架桥的三维结构，  
外力作用下破坏三维结构，体系的粘度下降。  
静置后，重新形成三维结构，粘度恢复。

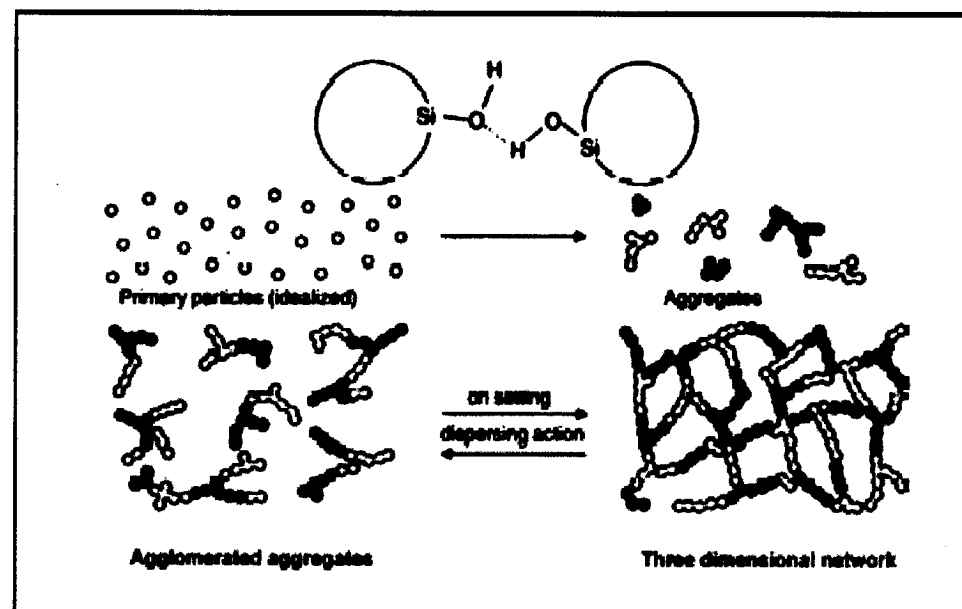
**AEROSIL** 粒径越小，增稠作用越明显。

极性体系:

增稠作用主要表面改性**AEROSIL**产生溶剂化效应和吸附作用。

推荐疏水性**AEROSIL**产品为主，  
增稠作用与**AEROSIL**表面有关。

适用范围：涂料，不饱和聚脂，  
油墨，胶粘剂，润滑剂，油膏等。



## AEROSIL改善固体在液相中的悬浮性和分散性

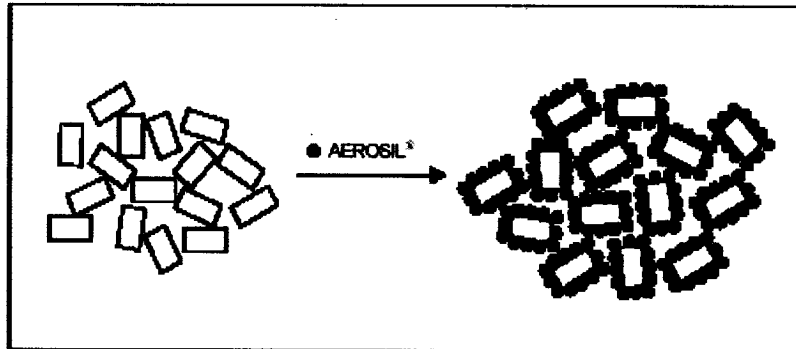
- AEROSIL 的加入后，整个体系有一个屈服点，阻止或减缓固体沉降。
- 即使有一些沉降，AEROSIL在固体颗粒之间沉积，使固体颗粒疏松，沉淀物容易重新搅均匀。

使用的范围： 涂料，油墨，化妆品等

## AEROSIL 提高粉末的流动性和储藏稳定性

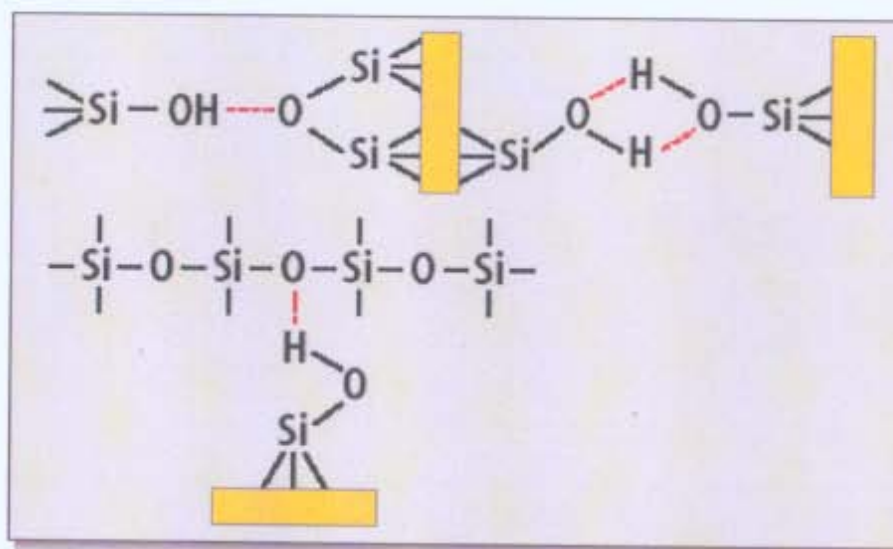
AEROSIL 包附在粉末物质的颗粒表面，形成颗粒之间的间隔及滚珠效应。防止结块，增加流动性。

使用的范围：粉末涂料，食用盐，药品，饮料，墨粉和片剂



## AEROSIL 对弹性体的补强作用

补强作用是基于二氧化硅微粒与聚合物网络之间的相互作用以及二氧化硅微粒之间的相互作用。



应用范围：HTV硅橡胶，RTV硅橡胶，液体硅橡胶和其他氟橡胶等

degussa.

## AEROSIL 控制粉末的静电效应

**AEROSIL** 表面带有负电，用于墨粉，提高墨粉在打印辊筒（带正电）粘附性。

**AEROXIDE Alu C** 表面带正电，用于粉末涂料静电摩擦施工，提高表面正电荷。

degussa.

## AEROSIL 作为吸附剂和载体

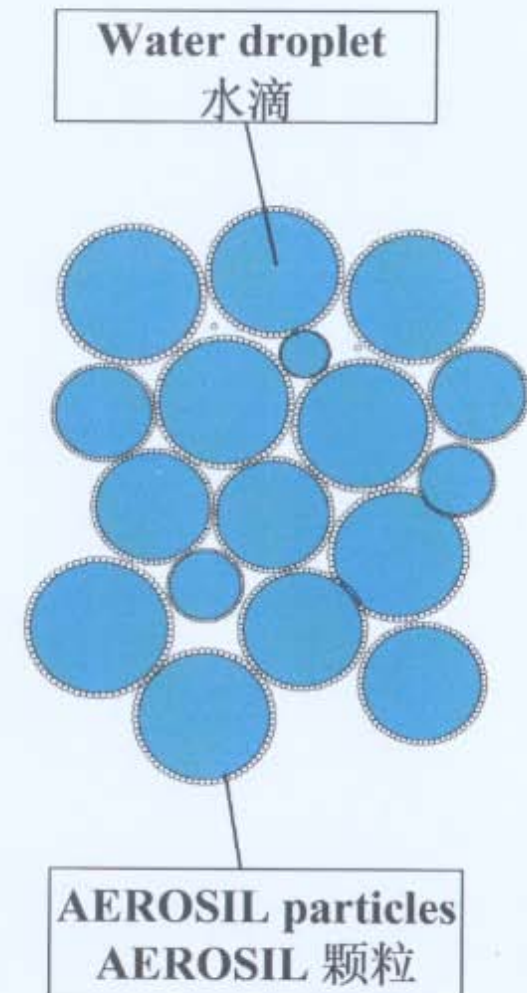
### 吸附剂

**AEROSIL**比表面积高，能够吸附气体，液体和固体物质。尤其是适合吸附容易形成氢键的物质或有酸-碱反应的物质。

### 载体

**AEROSIL**在其附聚体的空隙中保留一定量的液体和糊状物质，形成粉末状态。

使用范围：药品，化妆品等



degussa.

## AEROSIL 的其他应用

用于低温和高温绝缘

用于消泡剂（疏水性二氧化硅具有消泡作用）

制备高纯石英玻璃 和硅酸盐制品（纯度高）

用于催化载体（吸附和解吸）

用于喷墨打印的涂层介质（高吸收性和高比表面积）

作为齿科材料的填充剂

**AEROXIDE TiO2 PF2 and P25** 提高HTV硅橡胶的耐热稳定性

**AEROXIDE P25** 用于化妆品的防晒功能

Worldwide production of AEROSIL® fumed silica **degussa.**  
AEROSIL® 气相法二氧化硅在世界各地的生产

