

增稠特性

有效的 pH 范围

在大多数液体系统中，Carbopol®聚合物需要通过中和来使其增稠作用更加有效。对水系统的 Carbopol®聚合物来说，氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化铵和一些有机胺类是非常好的中和剂。

图 1, 2 和 3 显示了用氢氧化钠中和传统 Carbopol®聚合物所需的有效的 pH 范围。通常，如图所示，与传统 Carbopol®聚合物相类似的规格可得到相似的结果。Carbopol® Ultrez 10 NF 聚合物比传统 Carbopol®聚合物的类似物有更高的粘性。图 4 图 5 显示使用三乙醇胺为中和剂中和到所需粘度的有效 pH 范围。这是 Carbopol®聚合物在水系统中使用水溶性胺类进行中和的典型特性。

图 6 显示当使用氢氧化钠和三乙醇胺来中和 Carbopol® 940 NF 聚合物 0.5%水分散体时的相对增稠效率。

在所有情况下，随着不同的 Carbopol®聚合物的中和，其溶液粘度均会增加。当 pH 值在 5~10 范围内时会达到一个平台，而当 pH 值更高时反而会失效。这是由于过多的中和剂离子充当了游离离子。（见“离子的影响”）。

未中和的 Carbopol® 940 NF 聚合物 1%分散体在水中的粘度仅为 390cP，当用氢氧化钠中和至 pH 值为 7 时，其粘度增加到 50,000cP 以上。

图 7 显示在 pH 值范围内增加浓度所得到的效果。结果显示更高浓度的 Carbopol®聚合物所得到的 pH 值平台范围更宽。图示是将 Carbopol® 940 NF 做为例子，而这一现象对于所有 Carbopol®聚合物、Pemulen™ 聚合物乳化剂及 Noveon®聚卡波非均适用。



Lubrizol Advanced Materials, Inc.

Global Headquarters | 9911 Brecksville Road | Cleveland, OH 44141-3201 USA

图 1— 0.2%Carbopol®聚合物溶液在水中 pH 值对粘度的影响

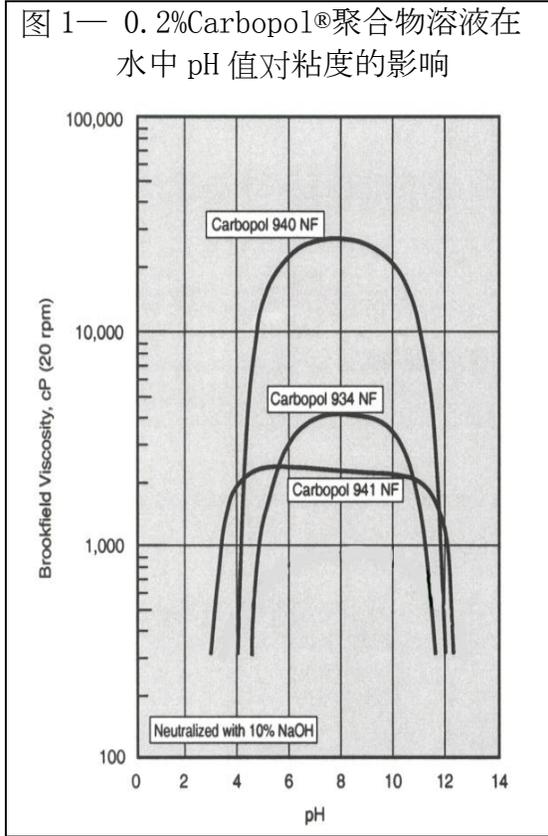
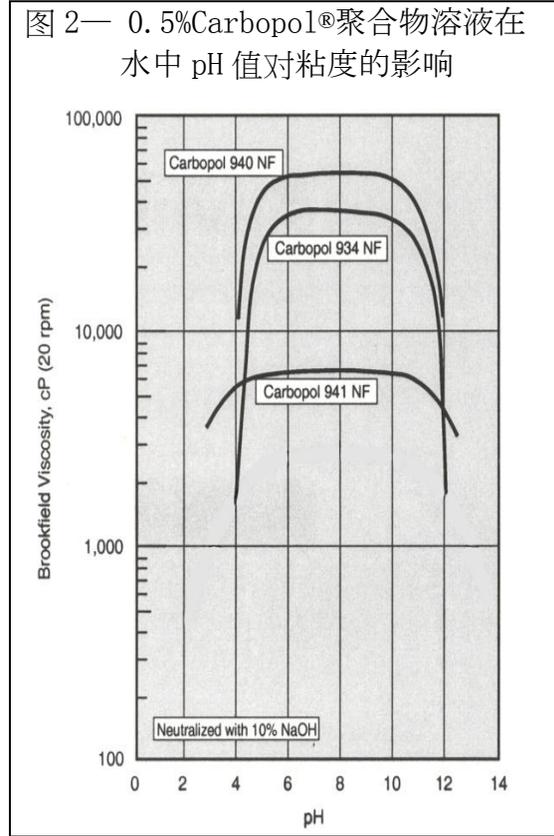


图 2— 0.5%Carbopol®聚合物溶液在水中 pH 值对粘度的影响



Lubrizol Advanced Materials, Inc.

Global Headquarters | 9911 Brecksville Road | Cleveland, OH 44141-3201 USA

图 3—1.0% Carbopol® 聚合物溶液在水中 pH 值对粘度的影响

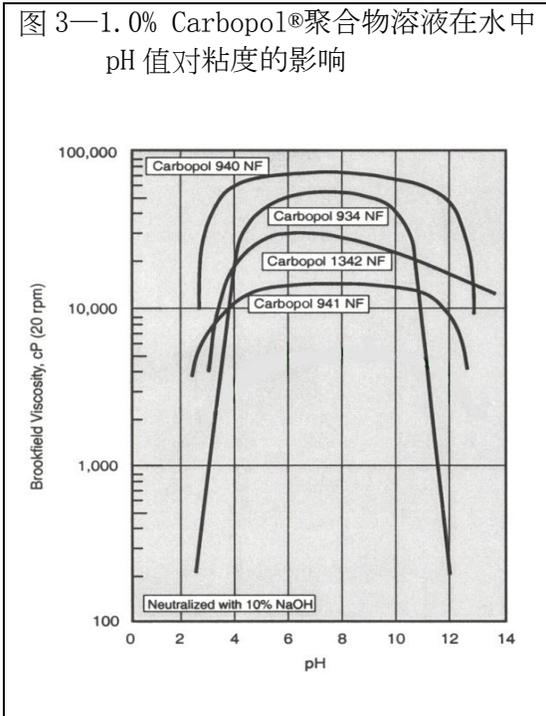


图 4—0.2% Carbopol® 聚合物溶液在水中用 50% 三乙醇胺 (TEA) 中和后 pH 值对粘度的影响

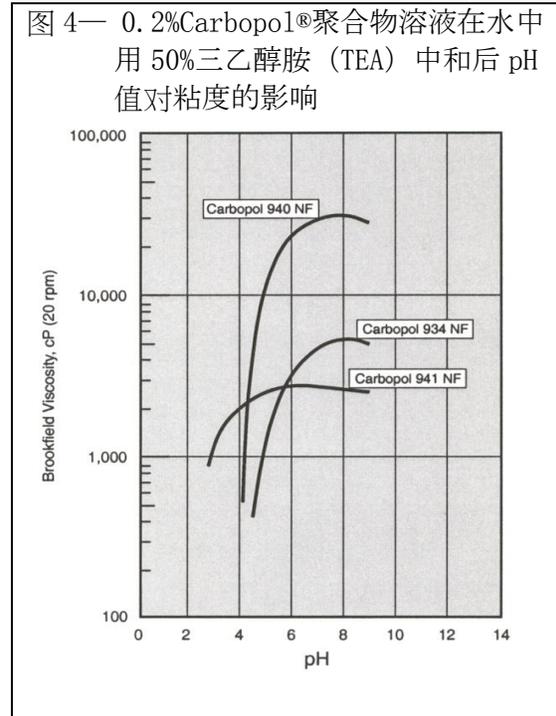


图 5—0.5% Carbopol® 聚合物溶液在水中用 50% 三乙醇胺 (TEA) 中和后 pH 值对 Brookfield 粘度的影响

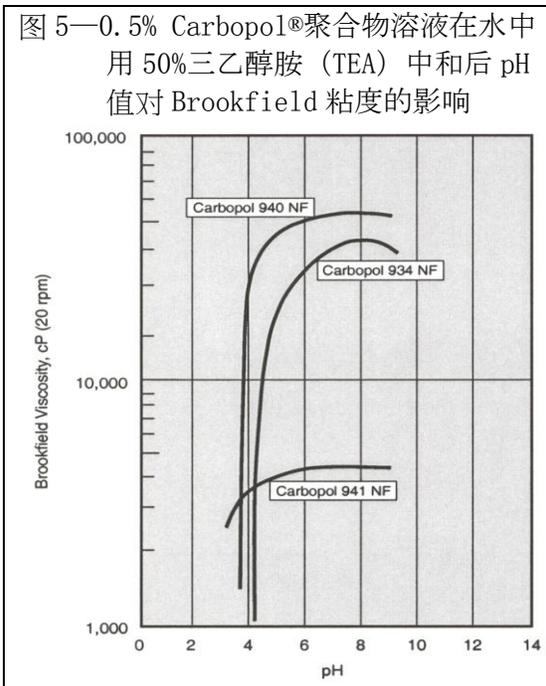
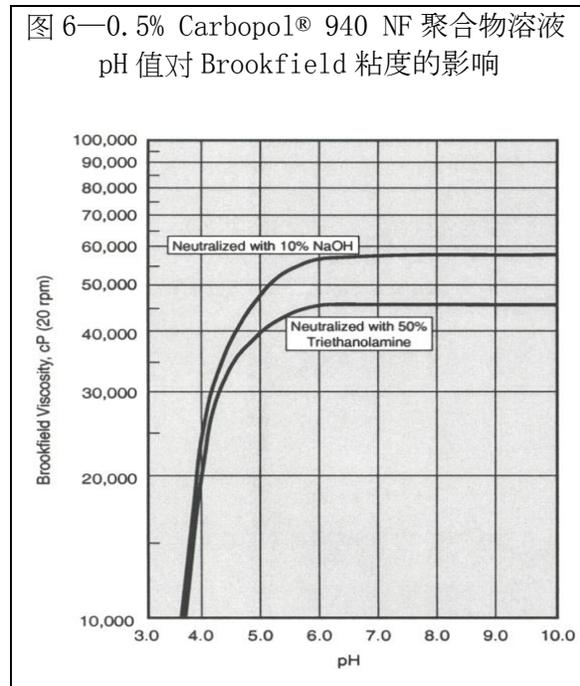
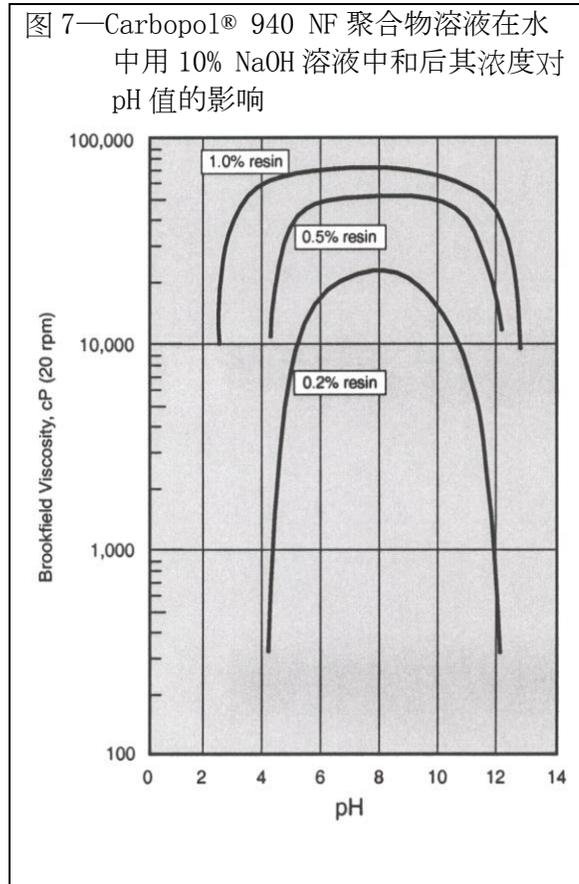


图 6—0.5% Carbopol® 940 NF 聚合物溶液 pH 值对 Brookfield 粘度的影响



Lubrizol Advanced Materials, Inc.

Global Headquarters | 9911 Brecksville Road | Cleveland, OH 44141-3201 USA



增稠效率

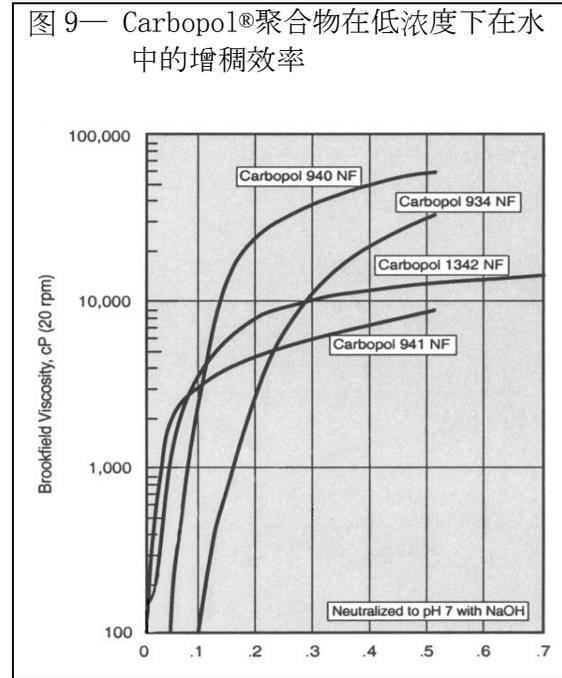
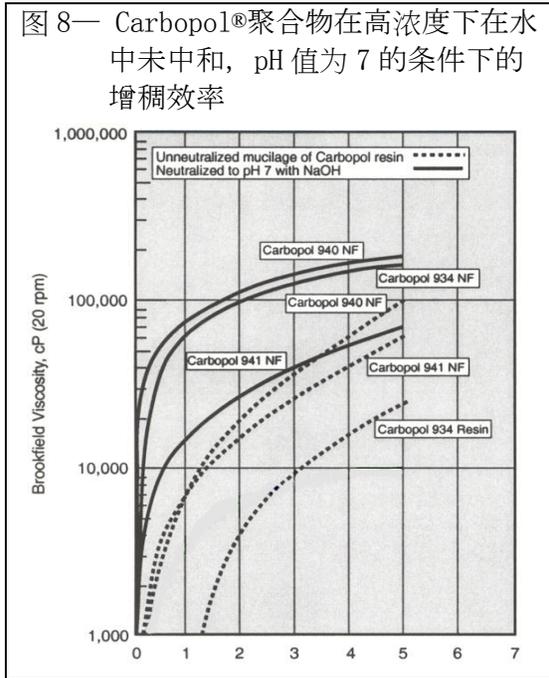
Carbopol®聚合物是非常有效的增稠剂。一个 1%被中和的 Carbopol®聚合物分散体会形成凝胶状。图 8 显示不同浓度的 Carbopol®聚合物，未中和或中和的，其浓度对粘度的影响。

在浓度低于 0.1% 的情况下，Carbopol® 941 NF 聚合物及其类似物比 Carbopol® 934 NF 聚合物和 940 NF 聚合物及其类似物更有效。这就意味着对于那些需要最大稳定性和最小粘度的低粘度的制剂来说，Carbopol® 941 NF 聚合物及其类似物是更理想的选择。（见图 9）



Lubrizol Advanced Materials, Inc.

Global Headquarters | 9911 Brecksville Road | Cleveland, OH 44141-3201 USA



不同的中和剂和其他的 Carbopol®聚合物得到了类似的结果。表 1 显示了 0.5% Carbopol® 940 NF 聚合物分散体中使用氢氧化钠和三乙醇胺对粘度的影响。

表 1
pH 值对粘度的影响, cP
0.5% Carbopol® 940 聚合物溶液

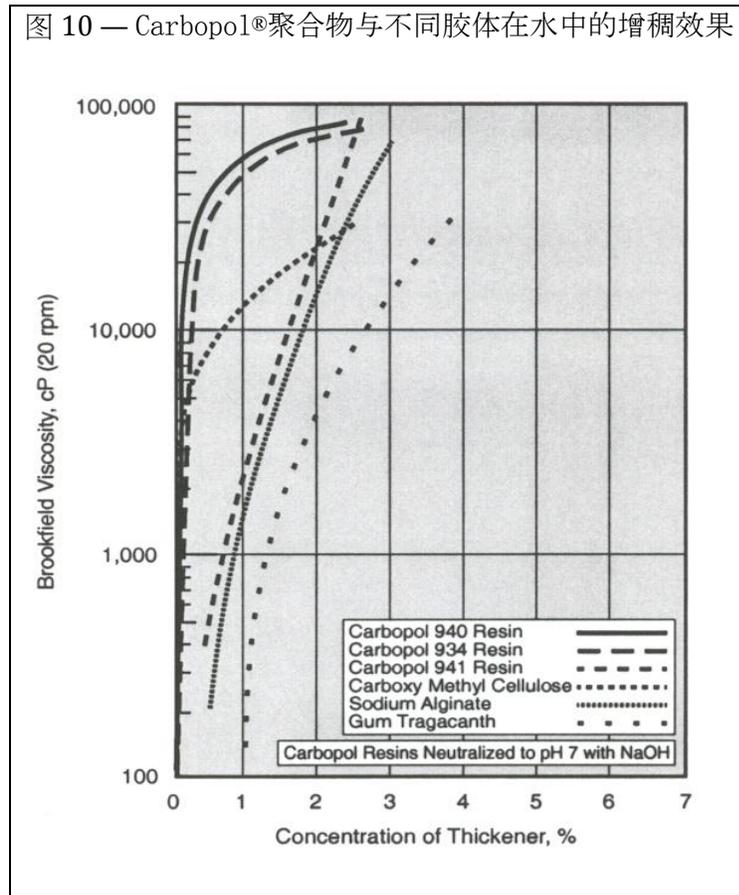
| pH | 10%氢氧化钠 | 50%三乙醇胺 |
|------|---------|---------|
| 4.0 | 23,500 | 19,000 |
| 4.5 | 38,500 | 34,000 |
| 5.0 | 48,500 | 40,250 |
| 5.5 | 54,000 | 44,000 |
| 6.0 | 56,800 | 46,000 |
| 6.5 | 57,800 | 46,500 |
| 7.0 | 57,900 | 46,500 |
| 7.5 | 58,000 | 46,500 |
| 8.0 | 58,000 | 46,500 |
| 8.5 | 58,000 | 46,300 |
| 9.0 | 58,000 | 46,200 |
| 9.5 | 58,000 | 46,000 |
| 10.0 | 58,000 | 46,000 |



Lubrizol Advanced Materials, Inc.

Global Headquarters | 9911 Brecksville Road | Cleveland, OH 44141-3201 USA

Carbopol®聚合物比天然的或半合成的增稠剂具有更明显的效果。图 10 显示了 Carbopol®聚合物与天然的胶体和纤维素衍生物增稠效果的比较。



离子的影响

Carbopol®聚合物与许多用于水或溶剂系统中的成分是相容的。图 11 显示，可溶性盐类会降低 Carbopol®聚合物的粘性。所有的单价盐对 Carbopol®聚合物均有类似的影响。这里要指出 Carbopol® 1342 NF 聚合物最能耐受盐的存在下粘度的损失。二价和三价阳离子会引起更显著的粘度降低（见图 12）。离子敏感性在水系统中比在乳剂中更加明显。图 13 显示在油/水乳剂中粘度的降低要低得多。在很多情况下，如在二价成分加入之前将 pH 值调节至 8 或者以上，含有多价金属离子的



Lubrizol Advanced Materials, Inc.

Global Headquarters | 9911 Brecksville Road | Cleveland, OH 44141-3201 USA

系统可以采用 Carbopol® 聚合物增稠。离子成分周围的疏水性包衣可在许多情况下降低或消除交联的潜力。

可溶性盐对 Carbopol® 聚合物粘性的影响在包装上也需被考虑进去。对于含有 Carbopol® 聚合物、Pemulen™ 聚合物乳剂或 Noveon® 聚卡波非的产品推荐使用玻璃、塑料或内包装为聚合物的容器。若必须使用金属材料，一般来说，当制剂 pH 值为 6.5 或更低时可采用铝管，在 pH 值为 7.7 或更高时可使用其它金属材料。

图 11— 在中性 pH 条件下 NaCl 对 1% Carbopol® 聚合物粘液的影响

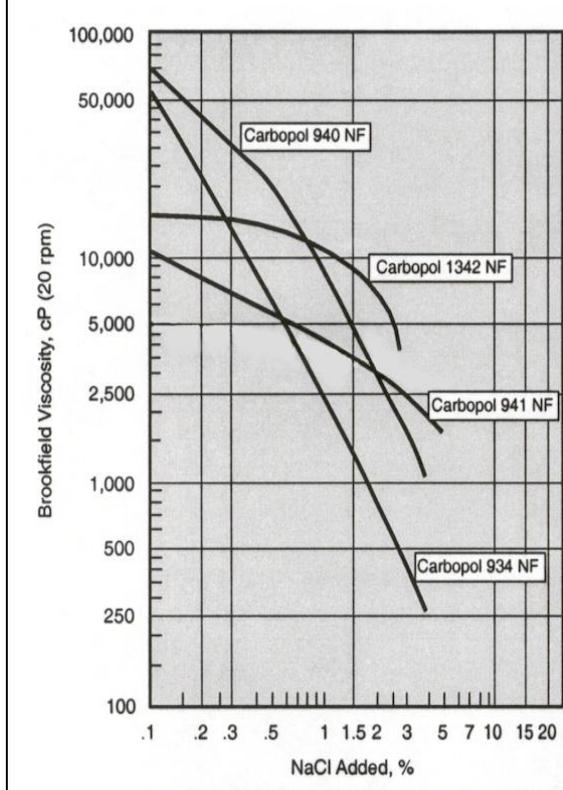
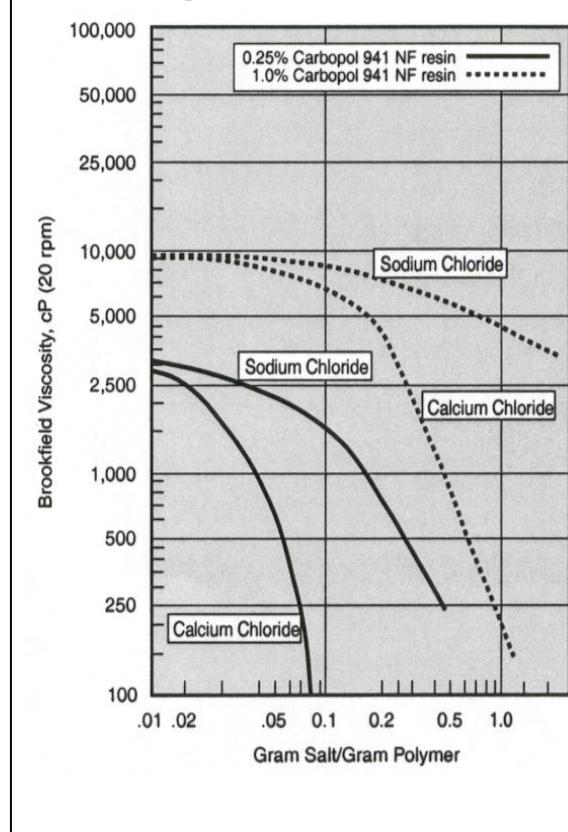
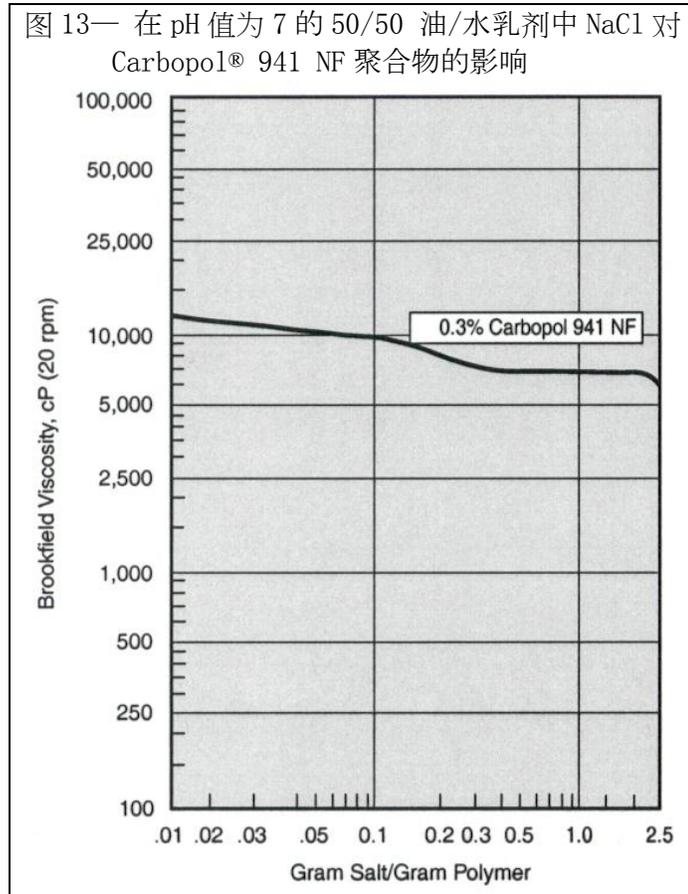


图 12— 在 pH 值为 7 的水溶液中盐对 Carbopol® 941 NF 聚合物的影响



Lubrizol Advanced Materials, Inc.

Global Headquarters | 9911 Brecksville Road | Cleveland, OH 44141-3201 USA



阳离子成分

由于 Carbopol®聚合物为阴离子，因此他们可能与阳离子成分不相容。然而，如果阳离子成分具有中等或高分子量，且显示空间位阻，它们通常不会影响 Carbopol®聚合物的效果。这一现象已经在诸如季铵化乙烯吡咯烷酮，阳离子型淀粉及其它系统中被证实。使用两性表面活性剂/缓凝剂，如硫酸烷基聚乙二醇醚可以有助于一些阳离子成分的兼容性。

机械稳定性

如前所述，Carbopol®聚合物的分散体对长时间的和/或高剪切力显示出敏感性。图 14 显示剪切对未中和的 Carbopol®聚合物溶液的影响。如图的粘度结果是通过



Lubrizol Advanced Materials, Inc.

Global Headquarters | 9911 Brecksville Road | Cleveland, OH 44141-3201 USA

用氢氧化钠对上述样品中和至中性 pH 值所得，Carbopol® 934 NF 聚合物最能抵抗剪切。未中和的 Carbopol® 聚合物均不易被剪切破坏。

图 15 显示，Carbopol® 980 比 Carbopol® 940 更能耐受剪切影响。一般来说，与传统的 Carbopol® 聚合物相比，这些使用共溶剂生产的聚合物具有更佳的耐剪切效果。

温度稳定性

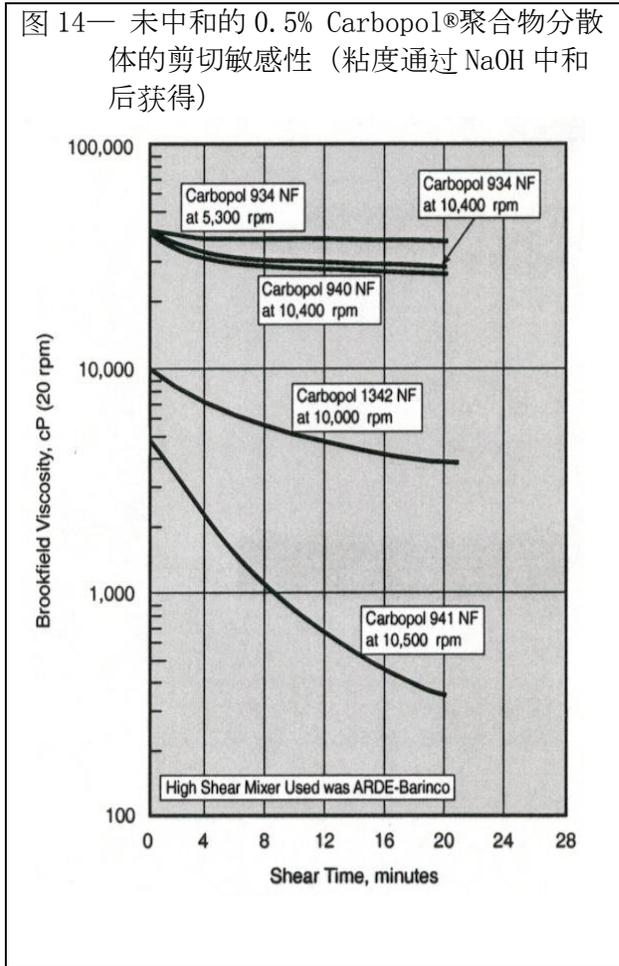
在正常条件下 Carbopol®, Pemulen™ 及 Noveon® AA-1 聚合物分散体不会水解和氧化。同时，含聚合物的分散体和乳剂在冻融条件下是稳定的，但当暴露在高温下时其粘度会有轻微下降。含 Carbopol® 934 NF 聚合物，Carbopol® 941 NF and 940 NF 聚合物的分散体在 70°C (158°F) 老化后不受影响，以 Pemulen™ 为基质的乳剂在 50°C 下可稳定数年。以 Carbopol® 1342 NF 聚合物为基质的凝胶在温度从 0°C 增加至 80°C (32°F~176°F) 过程中粘度有轻微下降。这一趋势随着温度降低而逆转。图 16 显示不同材料的暴露温度与相对粘度下降之间的关系。



Lubrizol Advanced Materials, Inc.

Global Headquarters | 9911 Brecksville Road | Cleveland, OH 44141-3201 USA

图 14— 未中和的 0.5% Carbopol® 聚合物分散体的剪切敏感性 (粘度通过 NaOH 中和后获得)



Lubrizol Advanced Materials, Inc.

Global Headquarters | 9911 Brecksville Road | Cleveland, OH 44141-3201 USA

图 15— Carbopol® 980 比 Carbopol® 940 聚合物不易被剪切。

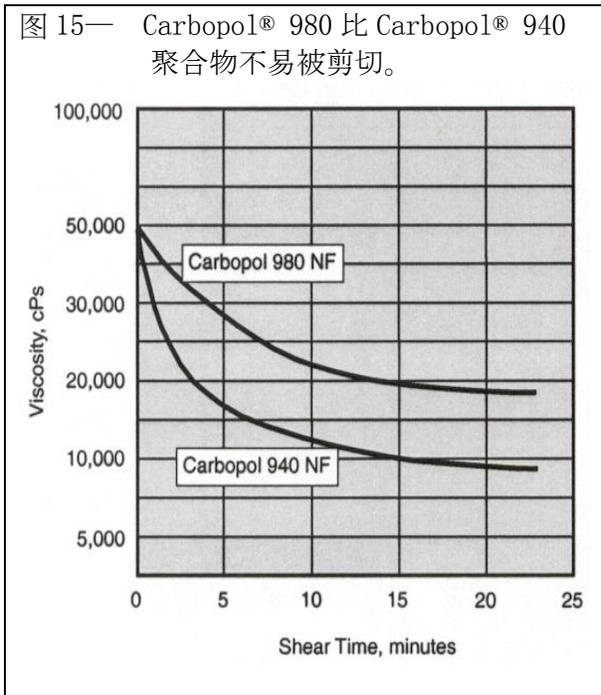
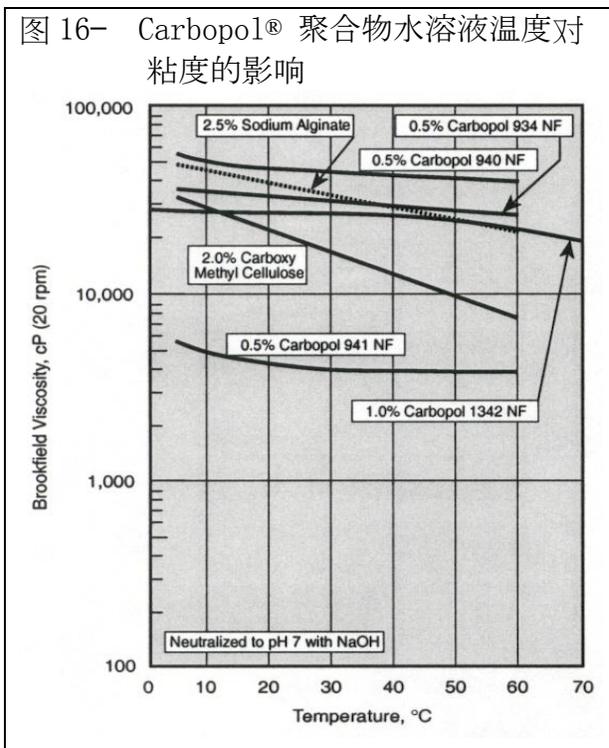


图 16— Carbopol® 聚合物水溶液温度对粘度的影响



Lubrizol Advanced Materials, Inc.

Global Headquarters | 9911 Brecksville Road | Cleveland, OH 44141-3201 USA