

Laponite 产品介绍

产品范围

Laponite 是合成的片状硅酸盐（胶），主要有两种级别：

- 普通级
- 改性级

主要性能如下：

胶体 - 微小的粒子，通常为大分子化合物，粒径 < 500nm

普通级 - 搅拌下极易在水中分散，形成透明无色的分散液。粘度与溶液的固体含量及电荷含量有关。在自来水中添加 2% 的 Laponite 会形成高触变性的凝胶，而同样浓度在去离子水中形成低粘度的溶液。此时，两种溶液都能使用或添加到配方中。Laponite 通过与配方中其他可溶物质发生相互作用而发挥增稠性能，详细内容请见后。

改性级 - 有相同的分散性能，但表面经无机多聚磷酸盐中和改性，能延迟形成凝胶的时间。浓度达到 10% 时，溶液的粘度依然很低。

对改性系列产品，Rockwood（洛克伍德）

提供两类产品：

Temporary - 在较短的时间里保持分散液粘度低。如果分散液固含量较高，保持低粘的时间会缩短。

Permanent - 通过专利改性技术，固含量达到 30% 时，分散液也能稳定长达 1 年之久。Laponite SL25 是 25% 固体水溶液的商品名。在发表的文献中，也被成为“Liquid Laponite”。

不同级别 Laponite 产品的稳定性，详见后。

两种改性级产品都能提供独一无二的流动性能，在生产过程中使配方粘度的形成在预先设计的阶段。

Laponite 分散液的活化

当改性级 Laponite 预凝胶加入到含有其他固体或电解质的水相中，分散剂的作用被中和，粘度开始形成。粘度的形成与体系的结构有关，但在许多已完成的产品中，粘度将在添加 Laponite 几分钟内形成。

Laponite 改性系列产品因能整合 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 离子，也可应用于硬水中。特别适用于电解质、抗静电及防护涂料中。

Laponite 系列产品及性能

| | Temporary 系列 | Permanent 系列 | 用途 |
|-------|--------------|--------------|--|
| RD, B | RDS | S482, SL25 | 适用于涂料，家居护理品及工业应用的流变剂。 |
| XLG | XLS | | 高纯度，低重金属和含量，低微生物含量，适用于个人护理品/化妆品的流变调节剂。 |
| D, DF | DS | | 可在山梨醇溶液中快速分散，适用于牙膏产品的流变调节剂。 |
| | S, JS | S482, SL25 | So1 高稳定性系列，适用于电解质，抗静电和保护膜产品。 |

By our actions

Laponite 是严格工艺条件下经合成而得，各批次产品能保证一致的优异品质。为此采取的主要措施有：

Laponite 生产遵循质量管理体系 BS EN ISO 9001:2000; Reg No FM1857 和环境管理体系 BS EN ISO 14001:2004; Reg No.EMS 70613。

生产，质量控制，客户服务和物流等部门之间信息交流畅通。

优秀的工艺团队，一直致力于 Laponite 质量和工艺的改进。

经验丰富的技术支持专家与客户共同开发 Laponite 的新应用。

By measuring performance

生产中均检测化学组成，湿含量和粒径，保证批次之间产品品质的一致性。作为有独特性能又应用广泛的特殊化学品，保证 Laponite 的品质及稳定性是非常重要的。对 Laponite 性能进行测试的试验如下：

凝胶粘度

在低剪切条件下，测试 Laponite 水溶胶的粘度。

成胶时间

测定 Laponite 水溶胶达到指定粘度所需的时间。

分散率

将稀释的 Laponite 溶液经泵压后喷射在可见分光光度计上，测算达到预定的透明度所需的时间。

透明度

Laponite 能形成特别透亮的产品。我们检查每一批次，确保获得最大的透明度。

与很多特殊添加剂一样，Laponite 的添加方式也非常重要，从而能保证获得最优异的性能和功效。所有 Laponite 产品，包括普通和改性系列，都需先加入水相，充分分

散及水合后添加其他成分。

如配方中有表面活性剂、其他分散剂等会与 Laponite 发生相互作用，有时甚至完全使 Laponite 失效。

如何使用 Laponite?

建议使用方法

室温 (15-25°C) 下，将 Laponite 粉末加入去离子水或自来水中，快速搅拌。搅拌速度必须足够快，以形成漩涡充分润湿粉末，避免形成结块抱团现象。

建议的搅拌条件为，螺旋桨搅拌大于 200rpm，锯齿型搅拌器为 500rpm，持续搅拌至少 20 分钟。

如要减少分散时间，可在 Laponite 充分润湿后升温至 40-50°C 或采用均质。此时分散液的粘度与 Laponite 的浓度及级别有关。

Laponite 的推荐用量为 0.05-1%，如果需要也可提高用量。

普通级产品 RD, XLG, D, DF

分散完成后，这些系列 Laponite 能产生透明无色的胶体分散液。

如果这些原料的浓度超过 3%，将很快形成 Laponite/水的预凝胶，粘度很大。很难添加配方中的其他组分。

如配方中没有足够的自由水保证 Laponite 的浓度低于 3%，可添加焦磷酸盐或低分子量的聚氧乙醇来“抗凝胶”。当把预混合溶液添加到配方后，此抗凝胶的效果将会消失。

改性级产品 RDS, XLS, DS, S, SJ

改性级产品将会形成透明，无色，低粘度的胶体分散液。此预凝胶可保存较长时间及添加到不同批次的产品中。

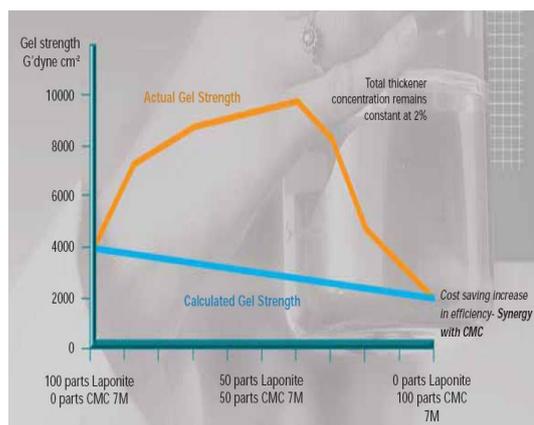
固含量高的改性级产品使用时，应充分老化至少 1 小时以上，确保水合充分。

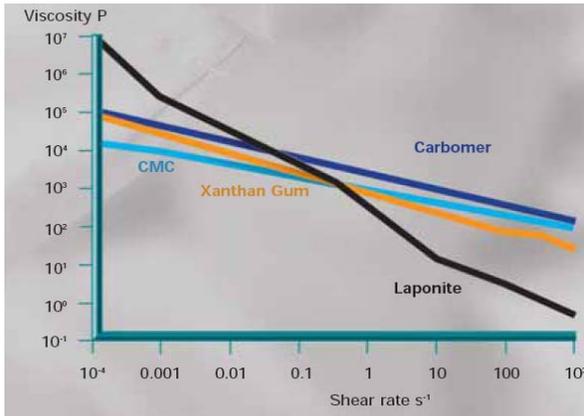
Laponite 与其他增稠剂复配

通常 Laponite 能与大多数增稠剂复配使用，如乙基纤维素，汉生胶，聚亚胺酯，聚丙烯酸酯和天然粘土等。

Laponite 与其他增稠剂复配的好处：

- 协同效应，节约生产成本；
- 提高对离子、表面活性剂、酸碱的耐受性；
- 可精确掌控流变性。





Laponite 是目前通用的触变性最好的流变调节剂。在剪切速率与重力对粘度的作用相当 ($10^{-4} \cdot \text{s}^{-1}$) 时, 如 2% 的 Laponite 凝胶在存放时, 粘度会超过 10^6cP 。而当在皮肤上轻轻涂抹时, 粘度将会降至 30cP , 与牛奶的粘度相当。

怎样充分发挥 Laponite 的特点?

添加次序

Laponite 应首先加到水中预混合。如将 Laponite 加入到最终产品、乳胶或电解质溶液中, 将有絮凝现象或破坏粘度。

Laponite 预凝胶的制备

室温快速搅拌下, 将 Laponite 添加到水相中。如果搅拌速度过慢或时间太短, 将会使 Laponite 部分水合, 沉至容器底部, 并产生不透明的凝胶层, 给再分散带来困难。

温度的影响

如果水温低于 10°C , 水合时间将变得很长; 温度超过 35°C , 水合速度过快, 将导致抱团现象的出现。当 Laponite 粉末充分润湿后, 可升温至 $40\text{--}50^\circ\text{C}$, 以缩短水合时间。

水的影响

硬水中的钙、镁离子能减少 Laponite 普通级产品的水合度, 从而降低产品的粘度。可加入整合剂如 EDTA、焦磷酸盐来对抗影响或使用 Laponite 改性级系列产品。

PH 值的影响

Laponite 在 pH6-13 都起作用。如果能正确稳定, Laponite 可在 pH1-14 范围内提供悬浮和增稠特性。

建议 PH 调整方法:

降低配方 PH 值

可使用柠檬酸或乳酸的缓冲液

增加配方 PH 值

氨水, 氢氧化钠, 硅酸钠, 伯胺和仲胺, DMEA, AMP95, DMAMP80.

在某些情况下也可以用叔胺如 TEA 来中和酸性树脂, 不过中和必须在 Laponite 预混合液添加到配方前完成。

相容性

Laponite 在水相流变调节中有着最广泛的应用, 是由于其与配方中其他成分有很好的相容性。

Laponite 均带负电荷, 不推荐添加到阳离子配方中。

在配方中的性能

每次 Laponite 应用于新产品中时, 配方师都会被其独特而新颖的性能所吸引。

性能包括:

低剪切速率下产生高粘度, 赋予产品极佳的抗沉积性;

高剪切速率下产生低粘度

无与伦比的剪切变稀性

剪切后稠度回复迅速及可控性

正是由于 Laponite 具有这些独一无二的特性, 使其成为配方应用最广泛、最多功能的增稠剂。

| 性能 | 好处 |
|----------------|---|
| 合成的层状硅酸盐 | 高纯度，无色，产品一致性好，不含研磨剂 |
| 胶体（纳米粒子）初始晶体粒径 | 产生清澈、透明的水溶液或凝胶 |
| 无机化合物 | 无微生物 温度不会产生影响 不会发黄 无毒 不会燃烧 不含硅晶体 |

家居护理品

Laponite 广泛应用于家居护理清洁产品中，能制成喷雾状凝胶，喷出后能很好附在物体表面，无流挂现象，提高产品清洁功能。

Laponite 与汉生胶、卡波和 HASE 类等聚合物增稠剂使用会产生协同效应，能提高对表面活性剂、电解质或 PH 值的忍受度。当 Laponite 很好的分散稳定后，在 PH 值 1-14 之间也会有很好的增稠性。

Laponite 也能提高悬浮液和乳液的稳定性（硅油或白矿油），因其在低剪切速率下有效地增加配方的粘度。

Laponite 遇水后发生溶胀，是有效的片状分解质。

由于其高纯度的化学结构和无机物性能，Laponite 也能与次氯酸钠盐很好的相容，这点是其他增稠剂不能达到的。

Laponite 的特点和好处

高凝胶粘度

优异的剪切变稀性

剪切后极佳的回复能力

短，无弹性纤维

无机性

表面活性剂

能与非离子、阴离子和一些两性表面活性剂配合使用。然而，Laponite 是高阴离子物质，不建议使用在阳离子化合物中。

推荐应用于家居护理品的产品为：

Laponite XLG, XLS, S482, SL25。

牙膏产品

同样，由于 Laponite 独特和新颖的流变性，也使它在牙膏中应用广泛。

除了添加至普通牙膏外，Laponite 还推荐应用于以下特殊产品：

透明牙膏

含漱口水的牙膏

彩条牙膏

Laponite 能与所有牙膏通用成分有很好的配伍性。

保持彩条牙膏在管中的稳定性

可使凝胶状牙膏极易挤出；易灌装；刷牙时可提高香味的释放

挤出后极易重塑结构能保持牙膏的彩条完整

无纤维，不会使刷牙时产生不适感

不会在牙膏中形成氢键绑住香味

个人护理品

所有 Laponite 产品都来自于自然界存在的无机矿物质。适用于个人护理品的 Laponite 系列由特别的工艺制成，以确保产品在物理、化学性质和微生物控制方面保持一致的高水平。

独一无二的剪切变稀性和触变性可提高化妆品的肤感，质地更清爽、不黏腻。与聚合物增稠剂复配后，Laponite 可用于制造 PH 范围在 5-7 的温和的停留型产品中。

建议使用在个人护理品中的产品为：

Laponite XLG, XLS, SL21

特点

精选无机物，严格控制生产工艺条件

优异的剪切变稀性

高凝胶粘度

好处

产品不含硅晶体；低金属和过渡金属含量。对紫外线稳定；不含微生物；可适用于 γ 射线或环氧乙烷杀菌；可制成无色产品

赋予膏霜和乳液清爽、轻盈的肤感；减少配方的油腻感；可制成喷雾型产品

提高 O/W, W/O, HYPES 产品的稳定性；可制成无乳化剂体系；提高对固体活性物的悬浮稳定性；

| 特点 | 好处 |
|------------------|---|
| 精选无机物，严格控制生产工艺条件 | 产品不含硅晶体；低金属和过渡金属含量。对紫外线稳定；不含微生物；可适用于 γ 射线或环氧乙烷杀菌；可制成无色产品 |
| 优异的剪切变稀性 | 赋予膏霜和乳液清爽、轻盈的肤感；减少配方的油腻感；可制成喷雾型产品 |
| 高凝胶粘度 | 提高 O/W, W/O, HYPES 产品的稳定性；可制成无乳化剂体系；提高对固体活性物的悬浮稳定性； |

可制成稠度高，不黏腻的凝胶

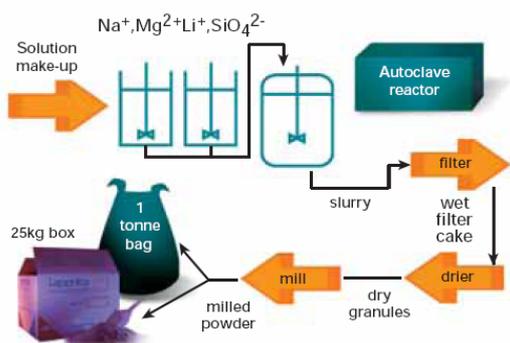
触变性

剪切后重复结构快

生产，结构和化学性质

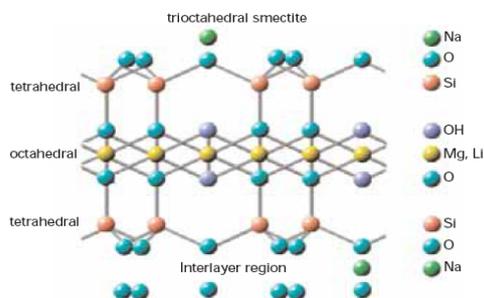
Laponite 是完全合成制得的产品。图 1 简单表示了 Laponite 的生产过程：将钠、镁、和锂盐与硅酸钠混合在一起，严格控制反应速率和温度，生成了无定形的沉淀物后升温结晶，然后过滤、清洗，干燥和研磨至白色粉末。

Figure 1. Production flow diagram



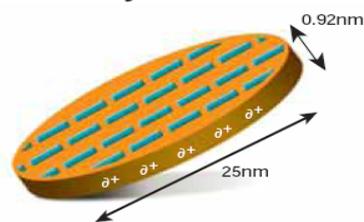
Laponite 因其层状结构，分散在水中能形成扁平状晶体。从正面看像一个二维的“无机聚合物”，理想的晶体组成单位见图 2。

Figure 2. Idealised structural formula



6 个八面体的镁离子夹在两层 4 个四面体的硅原子间。这些基团由 20 个氧原子和 4 个氢氧根离子实现电荷平衡。组成单位的分子量决定了 Laponite 晶体的厚度，最小单元不断进行复制，产生了图 3 所示的晶体外观。估计一个 Laponite 晶体有 2000 个左右这样的单元。

Figure 3. Single Laponite crystal



这种粒径尺寸的大分子被称为胶体或是纳米粒子。天然粘土增稠剂如膨润土和汉脱土也有类似的药片形状晶体结构，但在粒径上要比 Laponite 大一个数量级。Laponite 的初始粒径和天然汉脱土、膨润土的对比见图 4。

Figure 4. Comparison of primary particles

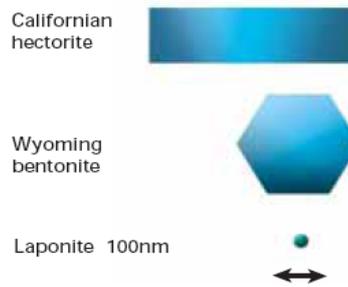


图 2 所示的理想八面体层是由 6 个二价镁离子中和的电中性体。但实际上有些镁离子会被锂离子（正一价）取代，依经验得出的化学结构如下：

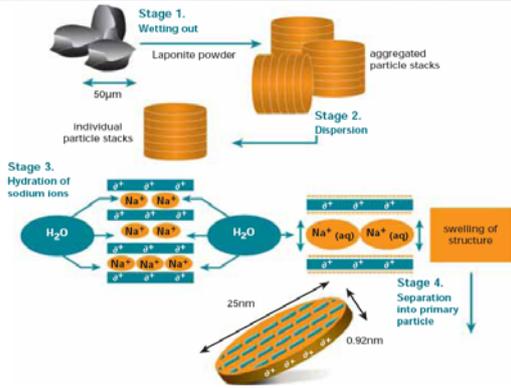


每个单元带 0.7 的负电荷，在生产过程中会吸附钠离子到晶体表面实现电中性。相邻晶体因为共享钠离子，从而依靠静电作用紧密有序排列。图 5 显示了 LaponiteXLG 在水中的分散过程。25℃ 加入到自来水中，快速搅拌 10 分钟即可完成，不需要高剪切、升温或是添加其他化学分散剂。

Laponite 的稀溶液在无其他相互作用的晶体时，可长时间维持低粘度。

每 100g 晶体，表面带 50-55mmol 负电荷。而晶体晶体边缘由于吸附了氢氧根基团表面带有 4-5mmol 正电荷。

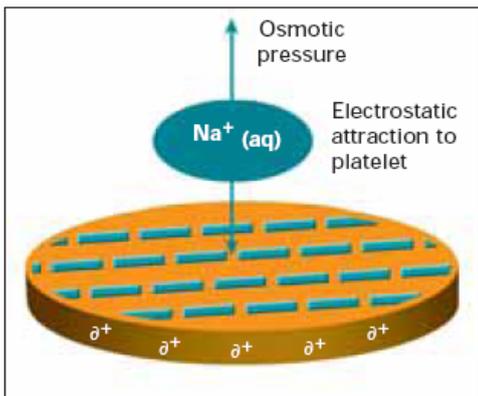
Figure 5. Addition of Laponite to water (schematic)



凝胶形成 (gel)

电荷相互吸引使钠离子从溶液到晶体表面，而水分子的渗透压又使迫使钠离子离开晶体表面。如图 6 所示，钠离子在分散好的 Laponite 晶体两面的扩散层达到电荷平衡，即形成了双电层。

Figure 6. Dispersed primary particle



当两个 Laponite 晶体粒子相互靠近时，带的正电荷使它们相互排斥，此时分散液表现为低粘度和牛顿流体性质。

当在溶液中添加极性化合物（如盐，表面活性剂，螯合剂，可溶的）后，减少了渗透压，导致双电层厚度变薄，从而使晶体边缘带的正电荷与晶体表面的负电荷发生相互吸引，形成卡片屋结构，生成触变性极高的凝胶，如图 7 所示。而这种电荷作用比较微弱，由此形成的凝胶有着独特的流变特性：

· 凝胶中的晶体不只是单纯依靠粘度来稳定，从而对任何比重的物体都有优异的悬浮性能。

· 发挥作用的是离子键，粘度不会受到温度的影响。

· 在剪切力作用下，凝胶结构极易被破化，这也是 Laponite 比其他常用增稠剂有更好的剪切变稀性的原因。

· 高剪切时，Laponite 分散液粘度低，流动性很好。

· 剪切力没有后，晶体粒子会重新形成卡片屋结构，凝胶结构也将很快恢复。

Figure 7. Gel formation-House of cards



溶液 (Sol) 形成

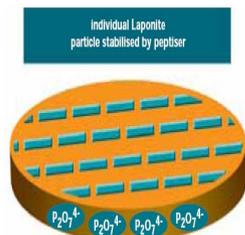
首先需对两种常用产品进行定义：

- 高粘度胶体分散液称为凝胶 (gel)
- 低粘度或液状胶体分散液称为溶液 (sol)

通过添加特定化合物可将 Laponite 从凝胶级别改性为溶液级别，比如多聚磷酸盐，乙二醇，某些非离子表面活性剂等。将普通级 Laponite 结合一定比例焦磷酸四钠及其他专利添加剂后将生成改性级的 Laponite。

当改性级 Laponite 加入水相时，Laponite 晶体分散也会如前所述。当连接的焦磷酸四钠 (TSPP) 溶解后，焦磷酸盐离子会吸附在 Laponite 晶体的正电荷边缘，如图 8 所示，使整个粒子带负电荷，表面被比较松散的水合钠离子层包裹着，而钠离子所带的正电荷使 Laponite 晶体粒子相互排斥，不会形成凝胶。这就是 TSP 的作用原理。

Figure 8. Sol grades - (schematic)



当改性级 Laponite 加入到已完成的配方中，如油漆或牙膏中，配方里的添加物，如填充剂，色粉，粘结剂，表面活性剂，保

湿剂等会吸收磷酸根离子，TSPP 的分散作用很快被中和掉。此时，相邻的 Laponite 晶体发生相互作用，形成卡片屋结构，粘度很快增加。此独特性能可在配方生产过程中，在预设时间点增加产品粘度。改性级 Laponite 还可用于水含量较少的配方中，作为附加剂或增稠剂。

改性级 Laponite 产品稳定性能

| 产品级别 | 浓度（%水溶液） | | | |
|------------------|----------|------|-----|-------|
| Laponite RDS&XLS | 6 | 7.5 | 10 | 11 |
| Laponite S | 8 | 9 | 13 | 14 |
| Laponite JS | 15 | 18 | 19 | 20 |
| 稳定时间 | 90 天 | 28 天 | 3 天 | 0.5 天 |

Sol 级 Laponite 有两种类型产品：临时型和永久型。

Temporary Laponite

Laponite RDS, XLS 或 JS 属于临时型溶液级 Laponite。溶液保持低粘的时间即是溶液保持稳定的时间。

维持 Laponite 溶液稳定的焦磷酸根离子本身在溶液中是不稳定的，能缓慢地水解生成磷酸根，磷酸根所带的负电荷远比焦磷酸根的多，没有稳定溶液的功能。



此时，晶体粒子边缘没有这么多的焦磷酸根离子包裹，粒子间带正电荷的边缘与带负电荷的表面发生相互作用，减少了分散液中晶体粒子的流动性能，粘度增加，最终生成高稠度的凝胶。

溶液保持低粘，稳定的时间与下列因素有关：

浓度

浓度增加时，Laponite 晶体粒子相互之间接触更加紧密，粘度增加会比较快。

存储温度

温度升高，焦磷酸离子会加快水解速率，溶液的稳定性也将显著降低。

电荷含量/水的硬度

在去离子水或软水里，高浓度的改性级 Laponite 显示出最大的溶液稳定性，而在硬水中溶液稳定性会降低。

如果水溶性化合物（表面活性剂，多元醇，简单的电解质）或乳胶加入后，溶液的稳定性也有可能降低。如在已完成的牙膏或油漆产品中加入大量的电解质，粘度可能会立即增加。

Laponite 产品不含有可吸入性的硅晶体。

| Regulatory information: | | | |
|--|---------------------------|---|---|
| Laponite Grade | RD, XLG, D, DF | RDS, XLS, DS | S, JS |
| CAS No EINECS No | 53320-86-8 258-476-2 | 53320-86-8 258-476-2 | 85085-18-3 285-349-9 |
| CTFA and INCI name | sodium magnesium silicate | sodium magnesium silicate (and) tetrasodium pyrophosphate | sodium magnesium fluorosilicate (and) tetrasodium pyrophosphate |
| Laponite S482 and SL25 are proprietary compositions of materials listed in EINECS / TSCA and other relevant lists. | | | |