

聚合物多元醇或 POP (Co-Polymer Polyol) 对软质聚氨酯泡沫的影响

引言

软质聚氨酯泡沫广泛应用于汽车座椅和家具等领域。由于这些泡沫在使用过程中经常承受压力，因此需要具有良好的承载能力。为了提高其机械性能，可以在多元醇体系中加入填料。

填料的加入还可以促进成核，并有助于泡孔的开孔。填料可分为无机填料和有机填料。常用的无机填料包括 BaSO_4 和 CaCO_3 。

有机填料则可以通过缩聚、原位聚合、自由基聚合等不同方法合成。聚合物多元醇属于此类有机填充体系，可采用连续、半连续或间歇式自由基聚合工艺生产。

聚合物多元醇的结构

聚合物多元醇是一种特殊制备的多元醇体系，其中含有分散的聚合物颗粒。这些颗粒通常由苯乙烯、丙烯腈或苯乙烯-丙烯腈共聚物 (SAN) 组成，并分散在聚醚多元醇介质中。

这些聚合物组分有助于提高体系的热稳定性，并增强泡沫结构。由于聚合物多元醇 (POP) 能够提高泡沫的硬度和承载性能，因此被广泛用于软质聚氨酯泡沫中，以改善抗压强度和承载能力等机械性能。

POP 的合成通常需要聚醚多元醇、乙烯基单体、自由基引发剂和链转移剂。由于乙烯基聚合物不溶于液态聚醚相，并在接枝聚合过程中形成分散颗粒，因此反应过程中必须进行充分混合，以获得细小且均匀分散的颗粒。混合不足可能导致颗粒聚集并形成较大的团聚体。

为了改善聚合物颗粒的分散性和稳定性，通常使用非水分散剂 (Non-Aqueous Dispersant, NAD)。图1展示了由固体聚合物相和聚醚相组成的聚合物多元醇结构。NAD 有助于稳定这两个相之间的界面，从而改善聚合物颗粒的分散状态。

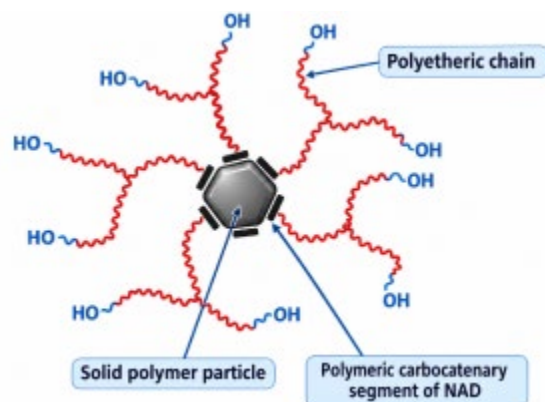


图1. 由 NAD 分子稳定的固体聚合物颗粒

聚合物多元醇的特性与性能

随着固含量（Solid Content），尤其是 SAN 聚合物组分比例的增加，所得泡沫的硬度和刚度通常会提高。总体而言，较高的固含量可以提高拉伸强度，同时降低伸长率。

根据配方和加工条件的不同，固含量的增加还可能使泡沫的密度和硬度提高。此外，分散聚合物颗粒的尺寸和分布也可能影响泡孔结构。最终聚氨酯泡沫的机械性能还取决于聚合物相中所使用单体的种类及其比例。

当丙烯腈单独用于接枝聚合反应时，会存在一个明显的缺点：完全以丙烯腈为基础制备的聚合物多元醇往往会产生有色产品，其颜色通常为浅棕色至黄色。在 Slabstock 泡沫生产中，这可能导致泡沫芯部出现不理想的棕色。

另一方面，单独使用苯乙烯可能无法为聚合物多元醇体系提供足够的稳定性。因此，苯乙烯和丙烯腈通常以 SAN 共聚物的形式共同使用。所得材料的性能会随着苯乙烯与丙烯腈比例的变化而发生改变。

当丙烯腈相对于苯乙烯的比例提高时，可提高材料的柔韧性和抗开裂性能。图2展示了基于聚合物多元醇的聚氨酯结构。

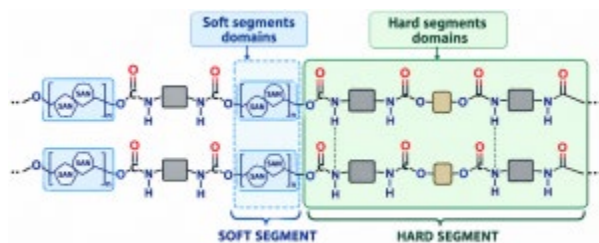


图2. 基于聚合物多元醇的聚氨酯结构

聚合物多元醇又称接枝多元醇（Graft Polyol），可用于多种聚氨酯产品，包括 HR（High Resilience，高回弹）泡沫、HR Slabstock 泡沫、高承载 Slabstock 泡沫、半软质泡沫、弹性体以及涂料等。

结论

聚合物多元醇（POP）主要用于改善软质聚氨酯泡沫的机械性能。这类材料含有分散的固体聚合物相，通常由 SAN 共聚物组成。

固体聚合物相能够改善承载能力、硬度和抗撕裂性能等重要机械性能。聚合物多元醇及最终聚氨酯泡沫的性能取决于多种因素，其中尤其重要的是固含量以及 SAN 共聚物中苯乙烯与丙烯腈的比例。

因此，通过调整 SAN 的组成和聚合物多元醇的固含量，可以根据不同应用要求调控软质聚氨酯泡沫的物理和机械性能。

参考文献

1. *Comparison of Flexible Polyurethane Foams Properties from Different Polymer Polyether Polyols*
2. *Novel Cast Polyether Urethanes Based on Dispersed Polymeric Polyol*
3. *Polyols for Polyurethanes – Polymer Polyols (Filled Polyols)*
DOI: 10.1515/9783110644104