# 胶体模型的玻璃化转变与动力学分析

来源：网络 作者：岁月静好 更新时间：2024-01-07

*对于胶体悬浮液来说，体系是由固体颗粒分散在液体中所形成的，下面是小编搜集的一篇探究胶体模型的玻璃化转变的论文范文，供大家阅读查看。 1、胶体简介 胶体是日常生活中常见的一种软物质，指的是一种不连续介质分散在另外一种连续介质中的均匀混合...*

对于胶体悬浮液来说，体系是由固体颗粒分散在液体中所形成的，下面是小编搜集的一篇探究胶体模型的玻璃化转变的论文范文，供大家阅读查看。

1、胶体简介

胶体是日常生活中常见的一种软物质，指的是一种不连续介质分散在另外一种连续介质中的均匀混合物，分散质可以是固体，液体，也可以是气体，其长度尺寸一般介于10nm至10m之间。根据分散质的不同，胶体主要可以分为悬浮液、乳状液、泡沫、气溶胶等。胶体涉及我们生活的方方面面，比如墨水，护手霜，冰淇淋等都属于胶体范畴。

正因如此，对胶体的研究就显得很有意义。虽然在量子现象中研究范德瓦尔斯力这样的参量很重要，但是在胶体体系的尺度上，量子力学效应可以忽略，所以可以把胶体体系看作经典体系来进行研究。同时，由于胶体中分散质的尺寸足够小，体系的热力学涨落就不可忽略。比如在胶体悬浮液中，固体粒子和溶剂分子之间的随机相互碰撞形成的布朗运动，这是在实验上很容易观察到的一个现象。

在实验室当中，人们就可通过胶体体系来研究物质的相变。在六七十年代，实验中发现，胶体悬浮液在结构上和原子体系有诸多相似之处，这直接导致了在接下来的几十年里，人们广泛采用胶体作为模型去研究液体和晶体。比如在1982年，Lindsay和Chaikin通过将两种不同尺寸的带电胶体粒子混合在一起后，观察到了体系呈现出无序的结构和有限的刚度的玻璃态行为[1].在随后的1986年和1987年，Pusey和Megen在对不带电的高浓度胶体体系的研究中，也观察到了硬球胶体的玻璃化转变。

2、胶体模型的玻璃化转变

对于胶体悬浮液来说，体系是由固体颗粒分散在液体中所形成的。体系的关键参数则是堆积分数，其定义为固体颗粒所占整个空间的比例。当堆积分数很低时，体系中粒子能够自由扩散，体系呈现液态;随着堆积分数的增加，当接近于玻璃化转变点g时，体系的粘度将会急剧变大;当堆积分数达到玻璃化转变点之后，体系表现出与传统分子或聚合物玻璃体系相类似的行为。由于胶体粒子具有相对较大的尺寸，因此人们可以通过各种设备与技术来研究它，而这在分子原子尺度上，是比较难以实现的。

很多情况下，胶体微球就可以被看作一种简单的硬球。早在八十年代中期，Pusey和vanMegen就开始在实验上利用胶体体系来研究硬球体系的相图[2].这一研究之所以如此重要，主要是因为以下原因：粒子间的相互作用比较单一，且易于描述;粒子间的简单相互作用可以和诸多体系进行对比，并且在计算机模拟上较容易实现;可以通过显微镜，光散射，流变等一系列技术来研究。

Pusey和Megen曾采用PMMA微球来研究玻璃化转变，为了防止粒子间因范德瓦尔斯力而发生聚集，他们在粒子表面覆盖了一层约10nm的聚12羟基硬脂酸[3].正是由于这些硬质的涂覆层，粒子可以被看作硬球，因为当粒子非常靠近时，粒子间发生相互作用的是涂覆层。这些粒子在有机溶剂中非常稳定，同时在实验上也比较容易进行调整，比如染色后的粒子，就可以在摄荧光显微镜下观察。

3、动力学不均匀性

对于玻璃而言，体系中某些区域的动力学可能比另一些区域更快些，而这些区域在空间上也会比较紧凑，人们称这种现象为动力学不均匀性，也就是说系统中不同区域的弛豫速率是不同的。在这些系统中，弛豫的时间尺度和空间尺度相互耦合，也就是说较长的弛豫时间一般对应这较大的粒子团簇。在体系快要发生玻璃化转变时，粒子可能需要相互协同才能重排，所以通常用协同运动来描述动力学不均匀性。

动力学不均匀的现象也与牢笼受限和牢笼重排之间存在一定的关系。在短时间内，粒子做布朗运动，但是这种运动却因为粒子与周围粒子发生碰撞而受到限制。一个粒子的近邻粒子限制了该粒子，同时该粒子也是构成了包围其周围粒子笼子的一部分。在较长的时间尺度上来看，这些笼子就可能发生塌陷，体系也就随之发生了重排。

实验上所观察到的空间动力学不均匀性，与计算机模拟结果之间也存在高度的吻合。在玻璃化转变过程中，人们很容易观察到协同运动区域增大，但这和弛豫时间不断增大之间的关系还并不得而知。直观上讲，如果越来越多的粒子需要同时以协同的方式运动，这种粒子间的关联运动就可能是导致扩散时间的延长的直接原因。从这个角度讲，或许动力学不均匀性和玻璃化转变之间就连在了一起，也就可以说正是动力学不均匀性导致了玻璃化转变。

Cooper等人利用模拟的手段，模拟出一个能够发生重排的体系，为了得到结论，他们重复运行了具有相同初始构型的体系。

他们将初始构型经过分子动力学平衡，并且随机的赋予粒子初始速度。即使这样，他们发现动力学不均匀性和结构之间的关联性也很弱[4].正由于有模拟结果作为支撑，所以利用胶体体系研究动力学不均匀性的方向性显得更强。模拟的结果能够指导对实验数据的分析，更能够使得实验上存在困难或难以实现的研究得以开展。

Kob等人也通过计算机模拟，研究了一种新颖的随机pinning体系，他们随机的选择一部分粒子，把这些粒子固定住以对体系进行限制。这样就可以通过对该受限体系中运动粒子的研究，来探究玻璃体系中的动力学不均匀性了。他们发现随着pinning粒子比例的增加，体系的协同性就会减弱，这正是由于pinning粒子破坏了体系的协同重排区域所导致的。原本一个粒子的运动状态能够影响到周围的粒子，并传递下去，但是当有了pinning粒子之后，这种能量的传递被阻碍了，体系的协同性遭也就随之遭到了破坏[5].

4、结语

正如哈佛大学的Weitz教授所说的那样，玻璃化转变理论比研究这一理论的人还多。本文就介绍了以胶体作为模型体系研究玻璃化转变的相关知识，说明了胶体玻璃体系动力学特点，重点说明了动力学不均匀性这一玻璃体系特有的现象及其研究进展。

参考文献：

[1]Lindsay,H.,etal.,TheJournalofChemicalPhysics1982,76,(7)，3774-3781.

[2].Pusey,P.,etal.,Phys.Rev.Lett.1987,59,(18)，202\_.

[3]Poon,W.C.,etal.,SoftMatter2012,8,(1)，21-30.

[4]Widmer-Cooper,A.,etal.,Phys.Rev.Lett.202\_,93,(13)，135701.

[5]Kob,W.,etal.,PhysicalReviewE2014,90,(5)，052305.

本DOCX文档由 www.zciku.com/中词库网 生成，海量范文文档任你选，，为你的工作锦上添花,祝你一臂之力！